

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Problem Image Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-046456

(43)Date of publication of application : 16.02.1999

(51)Int.Cl.

H02J 7/14

H02P 9/04

(21)Application number : 09-200317

(71)Applicant : KOKUSAN DENKI CO LTD

(22)Date of filing : 25.07.1997

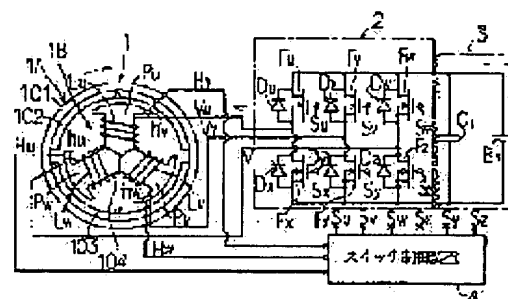
(72)Inventor : NAKAGAWA MASANORI
INABA YUTAKA

(54) GENERATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to vary magnetic fields exerted on a generating coil, thereby variously controlling the characteristics of a permanent magnet generator when current is supplied to a battery or the like using the generator as power supply.

SOLUTION: A rectifying and switching circuit 2 comprising bridgeconnected diodes Du-Dw, Dx-Dz and switching elements Fu-Fw, Fx-Fz connected in inversely parallel with the diodes, is placed between a permanent-magnet generator 1 and a load 3. A switching controller 4 which controls the switching elements Fu-Fw, Fx-Fz, so that an alternating-current control voltage with a given phase is applied from the battery B1 contained in a load 3 to the generating coils Lu-Lw through the rectifying and switching circuit 2, is installed. The characteristics of the permanent-magnet generator 1 is variously varied by varying the phase of the alternating-current control voltage.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 17.12.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-00863

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 15.01.2003

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The power plant which supplies a direct current to the load which has a voltage accumulation means by using as a power supply the permanent magnet generator equipped with the rotator which has the magnet field characterized by providing the following, and the stator which has a magneto coil The diode-bridge full wave rectifier circuit which consists of $2n$ diode (n is two or more integers) by which bridge connection was carried out, rectifies the output of the aforementioned permanent magnet generator, and is supplied to the aforementioned load The rectification and the switching circuit which the antiparallel connection was carried out to aforementioned $2n$ piece diode, respectively, and was equipped with the switching circuit which consists of a $2n$ switching device by which bridge connection was carried out It is a predetermined phase angle to the induced voltage of the aforementioned magneto coil.

[Claim 2] The power plant which supplies a direct current to the load which has a voltage accumulation means by using as a power supply the permanent magnet generator equipped with the rotator which has the magnet field characterized by providing the following, and the stator which has a magneto coil The diode-bridge full wave rectifier circuit which consists of $2n$ diode (n is two or more integers) by which bridge connection was carried out, rectifies the output of the aforementioned permanent magnet generator, and is supplied to the aforementioned load The rectification and the switching circuit which the antiparallel connection was carried out to aforementioned $2n$ piece diode, respectively, and was equipped with the switching circuit which consists of a $2n$ switching device by which bridge connection was carried out It is a predetermined phase angle to the induced voltage of the aforementioned magneto coil.

[Claim 3] The power plant which supplies a direct current to the load which has a voltage accumulation means by using as a power supply the permanent magnet generator equipped with the rotator which has the magnet field characterized by providing the following, and the stator which has the magneto coil of n phase (n is three or more integers) The position transducer which detects the angle-of-rotation position of the aforementioned magnet field to each magneto coil The diode-bridge full wave rectifier circuit which consists of $2n$ diode (n is two or more integers) by which bridge connection was carried out, rectifies the output of the aforementioned permanent magnet generator, and is supplied to the aforementioned load The rectification and the switching circuit which the antiparallel connection was carried out to aforementioned $2n$ piece diode, respectively, and was equipped with the switching circuit which consists of a $2n$ switching device by which bridge connection was carried out It is a predetermined phase angle to the induced voltage of the aforementioned magneto coil.

[Claim 4] The power plant which supplies a direct current to the load which has a voltage accumulation means by using as a power supply the permanent magnet generator equipped with the rotator which has the magnet field characterized by providing the following, and the stator which has the magneto coil of n phase (n is three or more integers) The position transducer which detects the angle-of-rotation position of the aforementioned magnet field to each magneto coil The diode-bridge full wave rectifier circuit which consists of $2n$ diode (n is two or more integers) by which bridge connection was carried out, rectifies the output of the aforementioned permanent magnet generator, and is supplied to the aforementioned load The rectification and the switching circuit which the antiparallel connection was carried out to aforementioned $2n$ piece diode, respectively, and was equipped with the switching circuit

which consists of a $2n$ switching device by which bridge connection was carried out It is a predetermined phase angle to the induced voltage of the aforementioned magneto coil.

[Claim 5] The aforementioned control characteristic-ed is the claim 1 which is the output current pair rotational frequency property of the aforementioned permanent magnet generator, or the power plant of any one publication of four.

[Claim 6] The aforementioned control characteristic-ed is the claim 1 which is the input-torque pair rotational frequency property of the aforementioned permanent magnet generator, or the power plant of any one publication of four.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the power plant which supplies power to a load by using a permanent magnet generator as a power supply.

[0002]

[Description of the Prior Art] Many permanent magnet generators are used as a generator driven with an internal combustion engine. As everyone knows, the permanent magnet generator is equipped with the stator which consists of a rotator which constituted the magnet field, and a magneto coil around which the armature core and this iron core were looped by attaching a permanent magnet in a rotator yoke. A rotator is attached in the axis of rotation of a prime mover, and the magnetic pole section which was prepared in a case, covering, etc. of a prime mover and which attached, was fixed to the section and prepared in the armature core is made to counter a stator through a predetermined gap by the magnetic pole section of a rotator.

[0003] When supplying power to the load which has voltage accumulation meanses, such as a battery, from this kind of permanent magnet generator, in many cases, a magneto coil is constituted by the polyphase more than a three phase circuit (for example, when charging a battery), and the output of the magneto coil of this polyphase is supplied to a load through a diode-bridge full wave rectifier circuit.

[0004] Drawing 15 shows an example of the torque pair rotational frequency property in the case of supplying power to the load which contains a battery through a rectifier circuit with the output of the permanent magnet generator attached in the internal combustion engine which drives vehicles, and a charging current pair rotational frequency property. It sets to this drawing and is τ_{up} . The input torque of a generator, and τ_E Power torque when the power torque when opening a throttle valve fully and τ_E' extract some throttle valves, and R are rolling-stock-run resistance and τ_{up} . The input torque of a generator, and I_c The charging current (output current of a generator) of a battery and N are an engine's rotational frequencies [rpm].

[0005] Supposing it makes a throttle valve full open in order to start vehicles when the permanent magnet generator which has a property as shown in the internal combustion engine which drives vehicles at drawing 15 is attached Since torque required for a run is $R + \tau_p + \tau_{uo}$ (torque required in order for τ_{uo} to overcome the mechanical loss of an engine and vehicles and to make it run vehicles), if inertia is set to J and angular velocity is set to ω , the torque τ used for acceleration will be given by the following formula.

[0006]

$\tau = J \frac{d\omega}{dt} = \tau_E - (R + \tau_p + \tau_{uo})$ -- (1)

If a throttle valve is made full open and start operation is performed, angular acceleration is given by the torque given by (1) formula, and vehicles are accelerated. If a rotational frequency approaches desired value, in order that an operator may extract a throttle valve, an engine's torque falls like τ_E' of drawing 15, and settles in the rotational speed which this torque τ_E' is balanced with required torque, and has the speed of vehicles.

[0007] (1) A formula shows that the acceleration performance of vehicles is decided by the difference of power torque τ_E at the time of throttle full open, and torque $(R + \tau_p + \tau_{uo})$ required for a run.

Moreover, when the permanent magnet generator is attached in the internal combustion engine which

drives vehicles from (1) formula, it is input-torque τ_{input} of a permanent magnet generator. Since an acceleration performance is affected, it is this input-torque τ_{input} . If it can be made to change suitably according to a rolling-stock-run state, when required, the input torque of a generator is made small, and a bird clapper understands control of raising an engine's acceleration performance, possible.

[0008] However, it sets to the permanent magnet generator which constitutes a field with a permanent magnet. Since the output $V_B \times I_c$ (V_B is output voltage) will be decided uniquely and required input $K \times \tau_{\text{input}}$ (K is a constant) will also be simultaneously decided if a load is decided, conventionally In order to suppose that the input torque of a permanent magnet generator cannot be changed suitably and to raise an acceleration performance, what controls the input torque of a permanent magnet generator was not performed at all.

[0009] Moreover, since the charging current of the battery which flows in each rotational frequency was not able to be freely changed when a battery was charged with the rectification output of the permanent magnet generator which constitutes a field with a permanent magnet, When a possibility that the excessive charging current may flow is in a battery at the time of high-speed rotation of an engine The regulator of the output short circuit formula equipped with the control circuit which carries out on-off control of this switching device according to the output of the switching device for a short circuit and generator which short-circuit the output of a permanent magnet generator is formed. When the output of a generator became excessive, the switching device for a short circuit of this regulator is made into an ON state, and it was made to short-circuit the output of a generator.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, in the conventional power plant which supplies power to the load which includes voltage accumulation means, such as a battery and a capacitor, by using a permanent magnet generator as a power supply, even if it was going to perform control of controlling the input torque of a generator in order to raise an acceleration performance since the property of the permanent magnet generator itself was uncontrollable, it was not able to be performed.

[0011] Although a design of an engine was made so that a power may enlarge as much as possible in order to obtain a predetermined acceleration performance for the input torque needed in order to operate a permanent magnet generator in each rotational speed of an engine conventionally as an eternal thing, since the technology which already raises a power is approaching a limitation, it is becoming difficult by devising a design of an engine to aim at improvement in an acceleration performance.

[0012] Moreover, although it was made to restrict the power which forms the regulator of an output short circuit formula and is supplied to a load from a generator in the conventional power plant which was not able to control the output of a permanent magnet generator in order to prevent the excessive charging current flowing to a battery If the regulator of an output short circuit formula was used, since a big short-circuit current would flow through the switching device for a short circuit, what has the large current capacity as this switching device expensive needed to be used, and there was a problem that cost became high.

[0013] Furthermore, in the regulator of an output short circuit formula, since generation of heat from the switching device for a short circuit increased, the heat sink large-sized for cooling of a switching device was needed, and there was also a problem that a power plant became large-sized.

[0014] In the power plant which supplies power to the load which includes a voltage accumulation means by using a permanent magnet generator as a power supply, the purpose of this invention is to enable it to control the property of the permanent magnet generator itself, in order to perform control of the input of a permanent magnet generator, or an output.

[0015] Other purposes of this invention are in the power plant which supplies power to the load which includes a voltage accumulation means by using a permanent magnet generator as a power supply to enable it to control the output of this generator, without short-circuiting the output of a permanent magnet generator.

[0016] In the power plant which supplies power to the load which includes a voltage accumulation means by using a permanent magnet generator as a power supply, the purpose of further others of this invention is to enable it to change the input torque of a permanent magnet generator, in order to control an engine's acceleration performance.

[0017]

[Means for Solving the Problem] this invention relates to the power plant which supplies a direct current to the load which has a voltage accumulation means by using as a power supply the permanent magnet generator equipped with the rotator which has a magnet field, and the stator which has a magneto coil. [0018] It is based on making the magnetic flux interlinked with the magneto coil of the phase in the state of passing the output current for a load fluctuate by preparing the switching circuit of an inverter form between a magneto coil and a load, and impressing the alternating current control voltage which has a predetermined phase in a magneto-coil side through a switching circuit from a load side in this invention.

[0019] The diode-bridge full wave rectifier circuit which consists of $2n$ diode (n is two or more integers) by which bridge connection was carried out in this invention, rectifies the output of a permanent magnet generator, and is supplied to a load, The rectification and the switching circuit which the antiparallel connection was carried out to $2n$ diode, respectively, and was equipped with the switching circuit which consists of a $2n$ switching device by which bridge connection was carried out, So that the alternating current control voltage which has a predetermined phase angle to the induced voltage of the above-mentioned magneto coil may be impressed to a magneto coil through a switching circuit from a voltage accumulation means The drive period (period which gives the driving signal for making a switching device into an ON state to each switching device) and the non-driving period (period which maintains a switching device at an OFF state) of each switching device which constitute a switching circuit are set. The switch control unit which gives the driving signal for making the switching device between the set drive periods into an ON state to each switching device is formed.

[0020] The phase angle control means to which the phase of the control voltage to the induced voltage of a magneto coil is changed from a phase to a leading phase behind time are prepared in the above-mentioned switch control unit to make this control characteristic-ed into an expected property by making the specific property of a permanent magnet generator into the control characteristic-ed.

[0021] As a switching device, the solid state switch element in which on-off control, such as FET (field-effect transistor), a bipolar transistor, and IGBT (insulated-gate form transistor), is possible is used.

[0022] As mentioned above, $2n$ switching device which carried out the antiparallel connection to $2n$ diode which constitutes the diode-bridge full wave rectifier circuit which rectifies the current supplied to a load from a permanent magnet generator, respectively and which carried out bridge connection to it constitutes a switching circuit. By controlling the timing of turning on and off of the switching device which constitutes this switching circuit If it is made to impress the alternating current control voltage which has a predetermined phase angle to the induced voltage of a magneto coil to a magneto coil through a switching circuit from a voltage accumulation means side The magnetic field which acts on a magneto coil becomes what compounded the rotating magnetic field produced with rotation of a magnet field, and the magnetic field for control produced from a magneto coil by the control current which flows by the alternating current control voltage. In this case, (if it is behind and the phase of the alternating current control voltage to the induced voltage of a magneto coil is made into a phase, and the phase of an alternating current control voltage is delayed to an induced voltage), the magnetic flux interlinked with a magneto coil will increase, the output of a generator will increase, and the input torque of a generator will become large. Conversely, if the phase of the alternating current control voltage to the induced voltage of a magneto coil is made into a leading phase, the magnetic flux interlinked with a magneto coil will decrease (if the phase of an alternating current control voltage is advanced to the phase of the induced voltage of a magneto coil), the output of a generator will decrease, and an input torque will become small.

[0023] As mentioned above, if a means to impress an alternating current control voltage to a magneto-coil side is established and it is made to change the phase of the control voltage to the induced voltage of a magneto coil from this voltage accumulation means side when the voltage accumulation means is included in the load, ** to which the magnetic flux interlinked with a magneto coil is changed, and the output and input torque of a generator are changed will be made. Therefore, the control which makes the control characteristic-ed an early property can be made to perform by controlling the phase of a control voltage by making the specific property of a permanent magnet generator into the control characteristic-ed.

[0024] The properties of the permanent magnet generator which can be made into the object of control as the control characteristic-ed are for example, an output (voltage or current) opposite rotational

frequency property and an input-torque pair rotational frequency property.

[0025] In the above-mentioned composition, you may constitute a switch control unit so that deflection of the detection value of this detector and desired value may be made into zero by considering the output of the detector which may constitute so that the phase of a control voltage may be changed according to variation rates, such as a dial operated manually, and detects the current value of the variates (output voltage, the output current, input torque, etc.) of the control characteristic-ed of a permanent magnet generator as an input and the phase of a control voltage may be changed.

[0026] As mentioned above, the output can be controlled, without short-circuiting the output of a permanent magnet generator, since according to this invention the magnetic field which acts on a magneto coil can be controlled and the property of a permanent magnet generator can be controlled. Moreover, since the input torque of a permanent magnet generator can be changed, the input torque of a generator can be controlled to lessen an engine's burden at the time of an engine's low speed etc., and an engine's acceleration performance can be raised.

[0027] When the permanent magnet generator has the magneto coil of n phase (n is three or more integers), the switch drive circuit which gives the driving signal for making into an ON state the switching device between the drive periods determined to each switching device of a switching circuit as a switch pattern determination means to set the drive period and the non-driving period of each switching device of a switching circuit, by the switch pattern determination means can constitute the above-mentioned switch control unit. In this case, a switch pattern determination means is constituted so that the phase of a control voltage may be changed from a phase to a leading phase behind time according to the state of the control characteristic-ed.

[0028] In order to make easy the decision of the drive period of each switching device, and a driven period, it is desirable to constitute a switch pattern determination means so that the position transducer which detects the angle-of-rotation position of a magnet field to each magneto coil may be formed and the drive period and the driven period of each switching device may be set on the basis of the angle-of-rotation position of the magnet field detected by this position transducer.

[0029] Although controlled by the above-mentioned composition to change the output and input torque of a permanent magnet generator, and to make the control characteristic-ed of this generator into an expected property by changing the phase of an alternating current control voltage The phase of an alternating current control voltage fixes the control characteristic-ed to the phase suitable for considering as an expected property. The output and input torque of a permanent magnet generator are changed, and you may make it control to make the control characteristic-ed of this generator into an expected property by making the switching device of a switching circuit turn on and off with a predetermined duty ratio. In this case, the duty control means which carry out on-off control of the switching device which is in a drive period among the switching device of the surface of the bridge of a switching circuit or the switching device of the lower side so that the control characteristic-ed of a permanent magnet generator may be made into an expected property with a predetermined duty ratio are prepared in the switch control unit.

[0030]

[Embodiments of the Invention] Drawing 1 is what showed the example of composition of the important section of the power plant concerning this invention, and, as for the permanent magnet generator which 1 becomes from magnet rotator 1A and stator 1B in this drawing, the rectification and the switching circuit which 2 becomes from a full wave rectifier circuit and the switching circuit of an inverter form, and 3, a load and 4 are switch control units.

[0031] Magnet rotator 1A is the thing of the common knowledge equipped with the iron flywheel (rotator yoke) 101 formed in the shape of a cup, and the permanent magnets 102 and 103 fixed to the inner circumference of the peripheral wall section of a flywheel 101. Although not illustrated, the flywheel 101 has the boss section in the center of the bottom wall section, and is combined with the axis of rotation of the internal combustion engine which this boss section does not illustrate. The center of this N pole and the south pole differs in polarity mutually, and is magnetized in the direction of a path of a flywheel so that it may be mutually arranged with the angle interval of 180 degrees, and, as for permanent magnets 102 and 103, the magnet field of two poles is constituted by these magnets so that the magnetic pole of N pole and the south pole may appear in each inner circumference section. Magnets 102 and 103 are formed so that it may have ***** near 180 degrees. In the example of illustration, the

rotation drive of this magnet rotator 1A is carried out by the internal combustion engine at a drawing top clockwise rotation.

[0032] Stator 1B is the thing equipped with the armature core 104 which has the three salient pole sections Pu, Pv, and Pw arranged at intervals of 120 degrees at the radial, and magneto-coil Lu-Lw of the three phase circuit wound around salient pole section Pu-Pw of this armature core, respectively, and star connection of magneto-coil Lu-Lw is carried out.

[0033] Stator 1B is attached in the stator anchoring section prepared in the case of an internal combustion engine etc., and the pole face formed at each nose of cam of salient pole section Pu-Pw is made to counter it through a predetermined opening by the magnetic pole of magnet rotator 1A. In the example of illustration, ***** of the pole face formed at each nose of cam of salient pole section Pu-Pw is set as 60 degrees.

[0034] In addition, in drawing 1 , for the sake of the convenience which shows connection of a magneto coil, although it is illustrated as if the center section of the armature core 104 was solid, the hole for making an engine's axis of rotation (axis of rotation of a magnet rotator) penetrate is prepared in the center section of the armature core 104 in fact.

[0035] Near the point of the salient pole sections Pu, Pv, and Pw of the iron core 104 of stator 1B, the position transducers hv, hw, and hu which consist of magnetic sensing elements, such as a Hall IC, respectively are arranged, and the angle-of-rotation position of the magnet field to each of magneto-coil Lu-Lw is detected by these position-transducer hu-hw. In the example of illustration, position transducers hu, hv, and hw are arranged in the position to which the phase went 90 degrees by the electrical angle rather than the center position of the pole face of the salient pole sections Pu, Pv, and Pw, respectively.

[0036] Rectification and the switching circuit 2 consist of a three-phase-circuit diode-bridge rectifier circuit of the common knowledge which carried out three-phase-circuit bridge connection of diode Du-Dw and Dx-Dz, and constituted them, and switching device Fu-Fw and Fx-Fz by which the antiparallel connection was carried out to diode Du-Dw and Dx-Dz of this rectifier circuit, respectively, and bridge connection was carried out to them, and the switching circuit is constituted by switching device Fu-Fw and Fx-Fz by which bridge connection was carried out.

[0037] In addition, it means carrying out parallel connection towards a direction which is [diode / a switching device and] mutually different in each forward direction to carry out the antiparallel connection of a switching device and the diode. In the example of illustration, MOSFET is used as switching device Fu-Fw and Fx-Fz, and the drain and the source of MOSFET which constitute switching device Fu-Fw and Fx-Fz, respectively are connected to the cathode and anode of diode Du-Dw and Dx-Dz.

[0038] In rectification and the switching circuit 2, the node with Diodes Du and Dx, the node with Diodes Dv and Dy, and the node with Diodes Dw and Dz serve as an input terminal of U phase of a rectifier circuit, V phase, and W phase, respectively, and the neutral point of the magneto coil of U phase, V phase, and W phase and the terminal of an opposite side are connected to these input terminals.

[0039] Moreover, the common node of the cathode of diode Du-Dw and the common node of the anode of diode Dx-Dz serve as a positive-electrode side output terminal of a rectifier circuit, and a negative-electrode side output terminal, respectively, and the load 2 is connected between these positive-electrodes side output terminal and the negative-electrode side output terminal.

[0040] In the rectification and the switching circuit 2 shown in drawing 1 , the switching circuit which consists of a bridge circuit of switching device Fu-Fw and Fx-Fz is the same switching circuit of an inverter form as what is used widely, in order to change direct current voltage (or current) into alternating voltage (or current), and it is the same as the driver circuit used in order to make drive current commutate to the armature coil of n phase in the brush loess direct current motor of n phase.

[0041] In rectification and a switching circuit 2, in using MOSFET as a switching device, when it carries out bridge connection of switching device Fu-Fw and Fx-Fz like illustration, bridge connection of the parasitism diode which exists between the drain source on the structure of MOSFET is carried out, and a full wave rectifier circuit is constituted. In this case, you may constitute a diode-bridge full wave rectifier circuit by carrying out the antiparallel connection of diode Du-Dw and Dx-Dz separately, respectively between the drain sources of MOSFE which you may make it constitute a diode-bridge full wave rectifier circuit, using respectively the parasitism diode of MOSFET which constitutes switching

device Fu-Fw and Fx-Fz, respectively as diode Du-Dw and Dx-Dz, and constitutes switching device Fu-Fw and Fx-Fz, respectively.

[0042] In this specification, switching device Fu-Fw and Fx-Fz are called the switching device of the surface of the bridge of a switching circuit, and switching device of the lower side, respectively, and diode Du-Dw and Dx-Dz are called the diode of the surface of the bridge of a full wave rectifier circuit, and diode of the lower side, respectively.

[0043] A load 3 is a battery B1. It consists of a capacitor C1 connected in parallel with the ends of this battery, and is a battery B1. Capacitor C1 The parallel circuit is connected between the output terminals of a rectifier circuit. At this example, it is a battery B1. And capacitor C1 The voltage accumulation means is constituted.

[0044] in addition -- although not illustrated -- battery B1 **** -- the load of a lamp, the direct-current constant-voltage-power-supply circuit which gives a power supply to the control section of the ignition for internal combustion engines or the power plant concerning this invention is connected

[0045] The switch control unit 4 carries out on-off control of switching device Fu-Fw and Fx-Fz which constitute a switching circuit so that the alternating current control voltage of the three phase circuit which has a predetermined phase angle to the induced voltage of magneto-coil Lu-Lw may be impressed to magneto-coil Lu-Lw through the switching circuit of rectification and a switching circuit 2 from the voltage accumulation means included in a load.

[0046] Thus, in this invention, in order to impress an alternating current control voltage to a magneto coil through a switching circuit from the voltage accumulation means side included in a load, current is supplied to a load by the voltage of the difference of the induced voltage of the magneto coil of a permanent magnet generator, and an alternating current control voltage.

[0047] In addition, in this specification, a "induced voltage" means the induced voltage of magneto-coil Lu-Lw of a permanent magnet generator.

[0048] So that the switch control unit 4 may make the specific property of a permanent magnet generator 1 the control characteristic-ed and this control characteristic-ed may be made into an expected property A switch pattern determination means to set each drive period and the non-driving period of switching device Fu-Fw which constitutes a switching circuit on the basis of the angle-of-rotation position of the magnet field detected by position-transducer Hu-Hw, and Fx-Fz, So that switching device Fu-Fw and Fx-Fz may be made into an ON state and an OFF state, respectively during the drive period determined by the switch pattern determination means, and a non-driving period It has the switch drive circuit which gives a driving signal to each switching device, and driving-signal Su-Sw and Sx-Sz are given to switching device Fu-Fw and Fx-Fz, respectively so that the control characteristic-ed of a permanent magnet generator may be made into an expected property.

[0049] Here, a "driving signal" means the signal given to the control terminal of this switching device, in order to make a switching device into an ON state.

[0050] Moreover, a "drive period" means the period which gives a driving signal to a switching device, and "a non-driving period" means the period which holds this switching device to an OFF state, without giving a driving signal to a switching device.

[0051] In addition, in this invention, a switching device is not necessarily maintained at an ON state for the whole term of a "drive period." In a drive period, a switching device may produce the period turned off by making a driving signal intermittent with a predetermined duty ratio if needed.

[0052] In this specification, the control characteristic-ed of a permanent magnet generator means the specific property made into the object of control among various kinds of properties, such as the output voltage pair rotational frequency property of a permanent magnet generator, an output current pair rotational frequency property, and an input-torque pair rotational frequency property.

[0053] The example of composition of the switch control unit 4 in the case of considering as the object of control by making the output current pair rotational frequency property of a permanent magnet generator 1 into the control characteristic-ed was shown in drawing 2 . In drawing 2 , 401 is a microcomputer CPU and the output of the controller 402 which generates the output current indication signal which gives the indicated value of position detecting-signal Hu-Hw which position-transducer hu-hw outputs, respectively, and the output current (charging current of a battery B1) supplied to a load is inputted into CPU401.

[0054] variable resistor VR 1 with which voltage fixed from the direct-current constant-voltage-power-

supply circuit which does not illustrate the controller 402 of illustration was impressed from -- becoming -- **** -- a direct-current constant voltage -- variable resistor VR 1 The analog input port of CPU401 is given by making the obtained voltage signal into an output current indication signal by pressuring partially.

[0055] CPU401 has the output terminal corresponding to switching device Fu-Fw and Fx-Fz of a switching circuit, respectively, and outputs drive command signal su-sw and sx-sz which order it to make it flow through switching device Fu-Fw and Fx-Fz through a buffer circuit 403, respectively from the output terminal corresponding to switching device Fu-Fw and Fx-Fz. These drive command signal su-sw and sx-sz are given to the driving-signal output circuit 404. The driving-signal output circuit 404 gives driving-signal Su-Sw and Sx-Sz to the control terminal of switching device Fu-Fw and Fx-Fz, when drive command signal su-sw and sx-sz have the input terminal inputted, respectively and the output terminal connected to each control terminal (the example of illustration gate of FET) of switching device Fu-Fw and Fx-Fz and drive command signal su-sw and sx-sz occur, respectively.

[0056] In this invention, by giving these driving signals to switching device Fu-Fw and Fx-Fz, switching device Fu-Fw and Fx-Fz are made to turn on and off to predetermined timing, and the phase and size (average) of an alternating current control voltage which are impressed to magneto-coil Lu-Lw of a permanent magnet generator 1 from the voltage accumulation means (an example the battery B1 and capacitor C1 of illustration) included in a load are controlled.

[0057] It is the resistance R1 for current detection between the common node of the anode of diode Dx-Dz which constitutes the lower side of the bridge of a diode-bridge full wave rectifier circuit in order to detect the current which flows to FET which constitutes a switching circuit from a load 3 side, and grounding. It connects and is this resistance R1. Current detecting signal Vi which appears in ends Comparator CP 1 The noninverting input terminal is given.

[0058] Moreover, it is resistance R2 about the output voltage of the direct-current constant-voltage-power-supply circuit which is not illustrated. And R3 It pressures partially by the partial pressure circuit which consists of a series circuit, and is resistance R3. The reference voltage generating circuit 405 which generates reference voltage Vr is established in ends, and reference voltage Vr is a comparator CP 1. It is inputted into the inversed input terminal.

[0059] The diode D1 with which common connection of the cathode was made at the terminal which outputs the drive command signals sx, sy, and sz which order it to make switching device Fx-Fz of the lower side of the bridge of a switching circuit into an ON state among the output terminals (input terminal of the driving-signal output circuit 404) of a buffer circuit 403, respectively, and D2 And D3 The anode is connected. Diode D1 and D2 And D3 The common node of a cathode is NPN transistor TR1 by which the emitter was grounded. It connects with a collector and is a transistor TR1. The drive command signals sx, sy, and sz while being turned on are these transistors TR1. It is prevented that let it pass, a by-pass is carried out from the driving-signal output circuit 404, and driving-signal Sx-Sz is given to switching device Fx-Fz of the lower side of the bridge of a switching circuit.

[0060] Transistor TR1 PWM signal Spwm given to the base from CPU401 Comparator CP 1 The output is given through OR circuit 406. A PWM signal is a signal of the pulse shape which holds the state ("0" states) of the period low which makes switching device Fx-Fz an ON state, and holds the state (state of "1") of the period high level which makes switching device Fx-Fz an OFF state.

[0061] The current which flows through switching device Fu-Fw and Fx-Fz which constitute a switching circuit is smaller than the set point. Comparator CP 1 When an output is in the state ("0" states) of a low PWM signal Spwm Period transistor TR1 in the state of a high level It prevents that it is turned on and drive command signal sx-sz is given to the driving-signal output circuit 404. Period transistor TR1 which has a PWM signal in the state of a low It permits that it is turned off and drive command signal sx-sz is given to the driving-signal output circuit 404. Thereby, it is the battery B1 of a load 3. On-off control of switching device Fu-Fw and Fx-Fz which give a control voltage to shell magneto-coil Lu-Lw is carried out with a predetermined duty ratio.

[0062] Battery B1 If the current which flows through shell switching device Fu-Fw and Fx-Fz exceeds limiting value, the current detecting signal Vi will exceed the reference voltage signal Vr, and it is a comparator CP 1. An output is reversed in the state of a high level, and it is a transistor TR1. It is held at an ON state. Driving-signal Sx-Sz will not be given to switching device Fx-Fz by this, and these switching device Fx-Fz is held at an OFF state. In this state, since current will not flow to the switching

circuit which consists of switching device Fu-Fw and Fx-Fz, it is prevented that switching device Fu-Fw and Fx-Fz are damaged by the overcurrent.

[0063] At the example shown in drawing 2, a switch drive circuit is diode D1 -D3 by the buffer circuit 403 and the driving-signal output circuit 404. Transistor TR1 The duty control circuit is constituted by OR circuit 406, respectively. Moreover, resistance R1 for current detection Comparator CP 1 Resistance R2 And R3 The overcurrent-protection circuit which protects a switching device from an overcurrent is constituted, and the switch control unit 4 is constituted by these switch drive circuit, the duty control circuit and the overcurrent-protection circuit, and CPU401 and a controller 402.

[0064] CPU401 generates driving-signal Su-Sw and Sx-Sz for making switching device Fu-Fw and Fx-Fz into an ON state to predetermined timing, respectively by considering as an input position detecting-signal Hu-Hw which position-transducer hu-hw outputs.

[0065] If the signal of a high level shall be outputted when position-transducer hu-hw is attached like drawing 1, it considers that ***** of permanent magnets 102 and 103 is 180 degrees and a position transducer detects N pole, the wave of position detecting-signal Hu-Hw which position-transducer hu-hw generates, respectively will become like (A) - (C) of drawing 9. theta shown in the horizontal axis of drawing 9 shows the angle of rotation of a rotator. Position detecting-signal Hu-Hw is generated one by one with the phase contrast of 120 degrees in an electrical angle. In the example of illustration, since the rotator is constituted by two poles, the electrical angle (phase angle on a magnetic-flux wave and an induced-voltage wave) of the induced voltage of the magnetic flux interlinked to a magneto coil and a magneto coil is in agreement with a machine angle (phase angle expressed with angle of rotation of a rotator). Moreover, in the example of illustration, since position-transducer hu-hw is arranged in the position to which the phase went 90 degrees to the center of the magnetic pole of U phase of a stator, or W phase, respectively, it is in agreement the period of one half cycle of the induced voltage in which the period which is the period when position-transducer Hu-Hw is a low, and a high level carries out induction to magneto-coil Lu-Lw of U phase or W phase, respectively, and during the half cycle of another side. For example, the period of the period when Hu is a high level when the position detecting signal Hu is a low corresponds in accordance with the period of a positive half cycle of the induced voltage of the magneto coil Lu of U phase during the negative half cycle of the induced voltage of the magneto coil Lu of U phase.

[0066] The on-off control (180-degree switching control) of each switching device is made to perform here so that each switching device which constitutes a switching circuit may be made into the period ON state of 180 degrees by the electrical angle and the remaining periods of 180 degrees may be made into an OFF state. In this case, the switching pattern of the criteria of switching device Fu-Fw and Fx-Fz is defined like drawing 9 (D) or (I).

[0067] Drawing 9 (D) or (I) is what showed the criteria switch pattern of switching device Fu-Fw and Fx-Fz by the wave of driving-signal Su-Sw to which it is given by each switching device, and Sx-Sz, and the square wave signals of a high level shown in drawing 9 (D) or (I), respectively are driving-signal Su-Sw and Sx-Sz. The period when these driving-signal Su-Sw and Sx-Sz have occurred is a drive period of switching device Fu-Fw and Fx-Fz, and the period when driving-signal Su-Sw and Sx-Sz have not occurred is a non-driving period of switching device Fu-Fw and Fx-Fz.

[0068] In the criteria switch pattern of the 180-degree switching control shown in drawing 9 As opposed to the magneto coil Lu of U phase or W phase, or Lw Respectively the angle-of-rotation position of a magnet field The period (period when each position transducer has detected one magnetic pole of a magnet field) when the position detecting signal Hu obtained from the position transducer hu to detect or hw or Hw is a high level, respectively is made into the switching device Fu or the non-driving period of Fw when the surface of a bridge corresponds. The position detecting signal Hu or Hw makes the period which is a low, respectively the switching device Fu or the drive period of Fw when the surface of a bridge corresponds. Moreover, the switching device Fu of the surface of the bridge of a switching circuit or each non-driving period (period when a position transducer hu or hw has detected the magnetic pole of another side of a magnet field, respectively) of Fw is made into the switching device Fx or the drive period of Fz when the lower side of a bridge corresponds, and let the switching device Fu of the surface of a bridge, or the drive period of Fw be the switching device Fx or the non-driving period of Fz when the lower side of a bridge corresponds

[0069] If switching device Fu-Fw and Fx-Fz are made to turn on and off by the criteria switch pattern as

shown in drawing 9 (D) or (I), the induced voltage of this magneto coil and an alternating current control voltage in phase will be impressed to magneto-coil Lu-Lw of a permanent magnet generator through the switching circuit constituted by switching device Fu-Fw and Fx-Fz from the voltage accumulation means (the example of illustration mainly battery B1) included in a load 3.

[0070] In this invention, the phase to the induced voltage of the alternating current control voltage impressed to a magneto coil through a switching circuit from a load side is changed from a leading phase to a phase behind time by changing the phase of the switch pattern of switching device Fu-Fw and Fx-Fz on the basis of the criteria switch pattern shown in drawing 9 (D) or (I). The amount of the magnetic flux which this interlinks to a magneto coil is increased or decreased, and the property of a permanent magnet generator is changed.

[0071] In addition, in the following explanation, when only calling it the phase or phase angle of an alternating current control voltage, the phase or phase angle means the phase or phase angle to an induced voltage of an alternating current control voltage.

[0072] By carrying out the antiparallel connection of switching device Fu-Fw and Fx-Fz to diode Du-Dw and Dx-Dz which constitute the diode-bridge full wave rectifier circuit which rectifies the current supplied to a load 3 from a permanent magnet generator 1, respectively By constituting the switching circuit which consists of a bridge circuit of switching device Fu-Fw and Fx-Fz, and controlling the timing of turning on and off of switching device Fu-Fw and Fx-Fz If the phase of the alternating current control voltage impressed to a magneto-coil side from a load side is controlled, the magnetic field which acts on the magneto coil of a permanent magnet generator Since it becomes what compounded the rotating magnetic field produced with rotation of a magnet field, and the magnetic field for control produced from a magneto coil by the control current which flows by the alternating current control voltage, various kinds of properties of a permanent magnet generator can be changed.

[0073] Here, the input torque of a generator becomes large at the same time the output of a generator increases, since the amount of the magnetic flux to which you are going to make it increase the magnetic flux which flows the inside of the iron core around which the magneto coil was wound will increase, if the phase of an alternating current control voltage is delayed to the induced voltage of a magneto coil. Conversely, an input torque becomes small at the same time the output of a generator declines, in order that the amount of the magnetic flux to which you are going to make it increase the magnetic flux in the iron core around which the magneto coil was wound may decrease, if the phase of an alternating current control voltage is advanced to the induced voltage of a magneto coil.

[0074] drawing 1 -- having been shown -- a power plant -- setting -- actually -- a magneto coil -- Lu -- Lv -- and -- Lw -- respectively -- letting it pass -- flowing -- the phase current -- I_u -- I_v -- and -- I_w -- a wave -- a full wave rectifier circuit -- being reversed -- making -- having had -- the phase current -- negative -- a half cycle -- I_u -- ' -- I_v -- ' -- and -- I_w -- ' -- a wave -- being shown -- if -- drawing 10 (A) -- like -- becoming .

[0075] In the power plant shown in drawing 1 and drawing 2 , when the switching device which constitutes a switching circuit in making a switch pattern as shown in drawing 9 perform switching control 180 degrees is divided into switching device Fu-Fw of the surface of a bridge, and switching device Fx-Fz of the lower side, surely, one switching device is turned on in either the surface or the lower sides, and, on the other hand, two switching devices are turned on.

[0076] As mentioned above, it is as follows when the flow of the current at the time of carrying out on-off control of the switching device of rectification and a switching circuit is explained.

[0077] as an example -- period T1 of drawing 10 (B) ***** -- if it sees -- this period T1 It sets, and from drawing 9 , the switching device Fv of the surface is in an ON state, and the switching devices Fx and Fz of the lower side are in an ON state. In such the state, when the phase voltage of U phase is in a positive half cycle, as the dashed line showed to drawing 3 , the phase current I_u of U phase flows back through a switching device Fx and Diode Dz, and a magneto coil Lw from a magneto coil Lu, and does not flow to an output side. Therefore, the current which flows for a load 3 turns into only the current I_v of V phase from rectification and a switching circuit 2. Moreover, T1 which has the switching device Fv of the surface in an ON state, and has the switching devices Fx and Fz of the lower side in an ON state In a period, when the phase voltage of U phase is in a negative half cycle As the dashed line showed to drawing 4 , it flows out of the magneto coil Lv of V phase. the bottom the phase current I_v It flows in the path of the diode Dv-load 3-diode Dx-magneto-coil Lu-magneto coil Lv, and the path of the diode Dv-

load 3-diode Dz-magneto-coil Lw-magneto coil Lv. Therefore, period T1 of drawing 10 (B) It sets and only the phase current of V phase is always flowing to the load side.

[0078] Period T2 of drawing 10 when similarly the switching devices Fv and Fw of the two surfaces and the switching device Fx of the one lower side are turned on It sets and phase current I_u' of the negative direction of U phase flows to a load side. Moreover, period T3 of drawing 10 when the switching device Fw of the one surface and the switching devices Fx and Fy of the two lower sides are turned on Period T4 of drawing 10 when it sets in, the phase current I_w of W phase flows to a load 3 side in, and the switching devices Fu and Fw of the two surfaces and the switching device Fy of the one lower side are turned on It sets and phase current I_v' of the negative direction of V phase flows to a load side.

[0079] Thus, by flowing to a load 3 side, the phase current changes like $I_v \rightarrow I_u' \rightarrow I_w \rightarrow I_v' \rightarrow I_u \rightarrow I_w' \rightarrow I_v$, whenever the combination of a switching device turned on changes, and these current is a battery B1. It flows as the charging current I_c . If the wave of this charging current I_c is illustrated, it will become like the wave shown in drawing 10 (A) by the thick line.

[0080] If the phase (phase to the induced voltage of a magneto coil) of the alternating current control voltage impressed to a magneto coil from a load side is changed to a phase [leading phase] by controlling the timing which turns the switching device of a switching circuit on and off like this invention, in the half wave of the phase current of each phase, it changes with change of the phase of an alternating current control voltage, and with this change, the charging current will increase or the period which flows as the charging current for a load will decrease.

[0081] Drawing 11 shows signs that the period when the charging current I_c flows changes, based on survey data, when changing various phases of an alternating current control voltage. When the phase angle of an alternating current control voltage is made into zero, it is to from a points of drawing 11 to b points. Although it continues in a period and the charging current I_c flows, if the angle of lead is made into 12 degrees by making the phase of an alternating current control voltage into a leading phase, the period when the charging current flows will be shifted on the left of the case where the angle of lead is zero like t12 of drawing 11 . Moreover, when it is late in the phase of an alternating current control voltage and the angle of lag is made into 12 degrees as a phase, it is t-12 of drawing 11 . The period when the charging current flows like shifts to right-hand side. Furthermore, when it is behind in the phase of an alternating current control voltage and the angle of lag is made into 24 degrees and 36 degrees as a phase, the period when the charging current flows is t-24, respectively. And t-36 It shifts to right-hand side further like.

[0082] Moreover, although not illustrated to drawing 11 , if the phase of an alternating current control voltage is advanced, the phase of the phase current itself will shift to right-hand side, and if the phase of an alternating current control voltage is delayed, the phase of the phase current itself will shift to left-hand side.

[0083] When the charging current will become small if the phase angle of an alternating current control voltage is changed to a tooth-lead-angle side, and this phase angle is changed from these things to an angle-of-delay side, it turns out that the charging current increases.

[0084] Moreover, in the power plant of drawing 1 , all switching device Fu-Fw and Fx-Fz are made into an OFF state, and if change of the phase of the phase voltage to a rotational frequency is shown about the case where rectification and a switching circuit 2 are operated only as a diode-bridge full wave rectifier circuit, and the case where carried out on-off control of the switching device of a switching circuit, and various phases to the induced voltage of an alternating current control voltage are changed, it will become like drawing 12 .

[0085] In drawing 12 , the straight line currently displayed as the "rectifier" holds all the switching devices of rectification and a switching circuit 2 to an OFF state, and shows the change to the rotational frequency of the phase of the phase voltage at the time of operating this rectification and switching circuit only as a rectifier circuit. Moreover, the change to the rotational frequency of the phase of the phase voltage at the time of the straight line currently displayed as "0 degree of tooth lead angles" and "12 degrees of tooth lead angles" in drawing 12 making the phase of an alternating current control voltage a leading phase, respectively, and making the angle of lead into 0 times and 12 degrees is shown. Moreover, the straight line currently displayed as "the angle of delay 12", "24 degrees of angles of delay", and "36 degrees of angles of delay" shows the change to the rotational frequency of the phase of phase voltage at the time of it being late in the phase of an alternating current control voltage, and

making the angle of lag into 12 degrees, 24 degrees, and 36 degrees as a phase, respectively.

[0086] When a rotational frequency is 1000 [rpm] so that clearly from drawing 12, the phase of phase voltage is behind the case where the direction at the time of making the delay phase angle to the induced voltage of an alternating current control voltage into 36 degrees operates rectification and a switching circuit 2 only as a rectifier circuit. Supposing it is the same as that of the phase of phase voltage when the phase of the induced voltage of a magneto coil operates rectification and a switching circuit 2 only as a rectifier circuit here Since phase voltage is in a delay side rather than the case where the direction at the time of it being late in the phase of an alternating current control voltage, and making the angle of lag into 36 degrees as a phase does not impress control alternating voltage, The current which flows for a load with the voltage of the difference of an induced voltage and control alternating voltage will progress rather than the case where the direction at the time of impressing the alternating current control voltage which carried out angle of lag 36 degrees does not impress a control voltage. Therefore, if the control voltage of a delay phase is impressed, rather than the case where a control voltage is not impressed, the amount of the magnetic flux to which you are going to make it increase the magnetic flux which passes along the iron core of a permanent magnet generator will increase, and the charging current will increase.

[0087] On the other hand, elevation of the rotational frequency hardly changes the phase of the phase voltage at the time of impressing the alternating current control voltage which was overdue 36 degrees to the induced voltage to the phase of the phase voltage when not impressing an alternating current control voltage being linearly overdue. Therefore, if the rotational frequency rises, the direction at the time of impressing this control voltage will make the magnetic flux which the phase of phase voltage will progress relatively and flows to an iron core increase compared with the case where an alternating current control voltage is not impressed, and the amount of a way and ***** will decrease. Therefore, when the rotational frequency rises, it is rectification and a switching circuit 2 to the battery B1. The charging current I_c supplied decreases.

[0088] About the case where various phase angles to the induced voltage of an alternating current control voltage are changed, it is the battery B1 of a load. If an example of the result which measured the property over the rotational frequency N of the flowing charging current I_c is shown, it will become like drawing 13 (B). If the phase of an alternating current control voltage is advanced so that clearly from this drawing, the charging current decreases, and if the phase of an alternating current control voltage is delayed, the charging current increases.

[0089] Moreover, if the phase angle of an alternating current control voltage is changed, the input torque of a permanent magnet generator will change by the reason shown below.

[0090] Also in which rotational frequency, if the angle of delay of the alternating current control voltage is carried out to an induced voltage, since an induced voltage will become high, the phase current also becomes large and the input torque of the part generator increases.

[0091] Moreover, in a low rotation region, an input torque with the larger direction at the time of the force of the inversion direction having come to be applied to the magnet rotator from a earlier stage, and it being late and making the phase of an alternating current control voltage into a phase, since the phase of the phase current has a direction at the time of it being late and making the phase of an alternating current control voltage into a phase in the advancing side than the case where the phase of an alternating current control voltage is made into a leading phase is needed.

[0092] On the other hand, when the rotational frequency rises and the phase of an alternating current control voltage is a leading phase, also in a delay phase, a difference is lost to the phase of the phase current, and the difference of an input torque mainly comes to be decided by size of the phase current based on the difference of the size of the induced voltage of a magneto coil in a high rotation region. In the high rotation region, the phase current is overdue with elevation of a rotational frequency, and since the period when the force of the inversion direction joins a magnet rotator becomes short, even when it is late and the phase of an alternating current control voltage is made into a phase, the input torque becomes smaller than the case where rectification and a switching circuit 2 are operated only as a rectifier circuit (for example, when angle of lag is carried out 36 degrees). An example of the change to the rotational frequency N of an input torque was shown in drawing 13 (A).

[0093] Although the above-mentioned explanation showed that the output and input torque of a permanent magnet generator might be changed by controlling the timing of turning on and off of each

switching device of a switching circuit, and making phase angle control of an alternating current control voltage perform Also by making the duty control made to turn on and off switching device Fu-Fw of the surface of the bridge of a switching circuit, or switching device Fx-Fz of the lower side with the predetermined duty ratio Df perform, setting the phase of an alternating current control voltage as constant The output and input torque of a permanent magnet generator can be changed.

[0094] In addition, a duty ratio Df is Ton and Toff, respectively about the "on" period and "off" period of a switching device. If it carries out, it will be given by $Df = \{Ton / (Ton + Toff)\} \times 100 = (Ton / T) \times 100[\%]$. [in / T and this drive period T / for the drive period of the switching device decided with a switch pattern]

[0095] T1 of drawing 10 by which the switching device Fv of the surface and the switching devices Fx and Fz of the lower side are made an ON state among the switch patterns shown in drawing 9 here A period is taken for an example and change of the path of the charging current at the time of making switching device Fx-Fz of the lower side of a switching circuit turn on and off with a predetermined duty ratio is considered.

[0096] In this case, T1 A period can be further divided into four periods shown below by the size of the state of turning on and off of switching devices Fx and Fz, and the voltage of U phase and the voltage of V phase, and the polarity of the positive/negative of the voltage of U phase.

[0097] Period (1): At an OFF state, switching devices Fx and Fz are at the time when the phase voltage of U phase is larger than the phase voltage of V phase.

[0098] Period (2): At an OFF state, switching devices Fx and Fz are at the time when the voltage of U phase is smaller than the phase voltage of V phase.

[0099] Period (3): When switching devices Fx and Fz is [the phase voltage of U phase] positive in an ON state.

[0100] Period (4): When switching devices Fx and Fz is [the phase voltage of U phase] negative in an ON state.

[0101] The state of the above-mentioned period (1) or the switching circuit in (4) was shown in drawing 5 or drawing 8, respectively. In a period (1), since the phase voltage of U phase is larger than the phase voltage of V phase, as shown in drawing 5, the current which passed along the diode Du of the surface of a bridge flows into V phase through a switching device Fv from U phase. Therefore, the current which deducted the current which flowed out of U phase and flowed into V phase from current the bottom flows as the charging current for a load.

[0102] In a period (2), since the phase voltage of V phase is larger than the phase voltage of U phase, as shown in drawing 6, the same big charging current as the charging current which flows through an ordinary full wave rectifier circuit flows.

[0103] in a period (3), since the switching device Fx of the lower side of U phase is turned on, as shown in drawing 7, the induced voltage of U phase is short-circuited through a switching device Fx and Diode Dz -- having -- the phase current of U phase -- battery B1 **** -- it does not flow At this time, only the phase current of V phase is a battery B1. It flows as the charging current.

[0104] Moreover, in a period (4), even if switching devices Fv, Fx, and Fz are in an ON state as shown in drawing 8 since the phase voltage of U phase becomes negative, the circuit is in the same state as a rectifier circuit, and the same big charging current as the current which flows through a full wave rectifier circuit flows.

[0105] If switching device Fx-Fz of the lower side of a bridge is made to turn on and off with a predetermined duty ratio, since the period when the period when these switching devices are turned off arises in, and switching device Fx-Fz is turned off will be in the same state as the state where current flows for a load through a diode-bridge full wave rectifier circuit from a magneto coil, compared with the case where the duty ratio Df of a switching device is made into 100%, the charging current will become large. Forge fire the charging current should just make the ON duty ratio of a switching device small, it becomes large. moreover, the increase in the charging current -- ** -- the **** input torque becomes large

[0106] About the case where the degree of tooth lead angle is made into 12 degrees by making the phase to the induced voltage of an alternating current control voltage into a leading phase The input torque of the generator at the time of setting the duty ratio of the switching device of the lower side of a bridge to do -d4 (do < d1 < d2 < d3 < d4), a relation with a rotational frequency N, and the relation between the charging current (output current of a generator) and a rotational frequency were shown in

drawing 14 (A) and (B), respectively.

[0107] Although the switching device of the lower side of the bridge of a switching circuit is made to turn on and off by predetermined duty and it was made to make duty control perform in the above-mentioned example, the same result is obtained even if it makes it make the switching device of the surface of a bridge turn on and off by predetermined duty.

[0108] As mentioned above, the output characteristics and the input-torque property of a permanent magnet generator can be changed by performing phase angle control of an alternating current control voltage also by being able to change the output characteristics and the input-torque property of a permanent magnet generator, and making duty control of the switching device of the lower side of the bridge of a switching circuit, or the switching device of the surface perform.

[0109] Therefore, by making phase angle control of an alternating current control voltage perform, or making duty control of the switching device of the surface of the bridge of a switching circuit, or the lower side perform, the output of a generator can be controlled or the input torque of a generator can be controlled.

[0110] For example, in drawing 2, it is controllable to make the output current which a load 3 is given from rectification and a switching circuit 2 into the size which *****ed in the output current indication signal by changing the timing of switching of the switching device of a switching circuit, and making phase angle control of an alternating current control voltage perform according to the output current indication signal which a controller 402 generates, or making duty control of the switching device of the surface of a bridge, or the lower side perform.

[0111] In this case, the detecting signal of the output current can be given to CPU401, and phase angle control or duty control can also be made to perform so that deflection of the indicated value of the output current and a detection value may be made into zero.

[0112] Moreover, when the input-torque reduction indication signal which directs to reduce the input torque of a permanent magnet generator is given to CPU401 when required, and this input-torque reduction indication signal is given, the input torque of a permanent magnet generator can be reduced by making phase angle control of an alternating current control voltage perform, or making it carry out, being sufficient and carrying out duty control of a switching device so that the input torque of a permanent magnet generator may be made small, and the control lessen the burden concerning an engine can be made to perform.

[0113] for example, when the permanent magnet generator 1 is attached in the internal combustion engine which drives vehicles, such as vehicles When starting a vehicle and the situation that it is necessary to raise an acceleration performance is detected like By giving an input-torque reduction indication signal to CPU401, making it carry out, making phase angle control of a control voltage perform, or carrying out [are sufficient and] duty control of a switching device according to this indication signal, the input torque of a permanent magnet generator is reduced and an acceleration performance can be raised.

[0114] Moreover, when the rotational speed of an internal combustion engine makes the input torque of a permanent magnet generator small at the time of a low and rotational speed rises, fault rotation of an engine can be prevented by being able to suppress change of an engine's rotational speed by making phase angle control of a control voltage, or duty control of a switching device perform so that this input torque may be enlarged, and making it control to enlarge the input torque of a permanent magnet generator at the time of high-speed rotation of an engine.

[0115] As a method of changing the timing of switching of the switching device of rectification and a switching circuit 2 Although position-transducer hu-hw is attached in the base plate which may rotate to the hand of cut of a permanent magnet generator and how to change the fitting location of this position transducer, and the method of changing the generating position of the driving signal of a switching device by making predetermined data processing perform to CPU401 can be considered In order to raise the responsibility of control and to simplify mechanical composition of a permanent magnet generator, it is desirable to take the method of changing the generating position of the driving signal of a switching device by CPU401.

[0116] An example of the method of controlling the timing of switching of a switching device by CPU401, and controlling the phase of an alternating current control voltage hereafter, is explained.

[0117] As shown in drawing 1, when position-transducer hu-hw is prepared, the criteria switch pattern

which first gives the drive period (period which gives a driving signal to each switching device) of the criteria of each switching device, and the non-driving period (period which maintains each switching device at an OFF state) of criteria based on position detecting-signal Hu-Hw is defined. Drawing 16 (A) shows the position detecting signal Hu, and this drawing (B) shows the switch pattern of the switching device Fu defined by this position detecting signal Hu. The period currently displayed as "ON" in drawing 16 (B) shows a drive period, and the period currently displayed as "OFF" shows the non-driving period. [0118] Moreover, the boundary point t1 of the non-driving period of each switching device, and a drive period And t2 Consider as the switching point of each switching device, and the switching point in a criteria switch pattern is made into a measurement start point. The actual switching point of each switching device needed in order to make the control characteristic-ed of a permanent magnet generator into an expected property It calculates in the form of the enumerated data (switching point enumerated data) in which a timer carries out counting from the detection time of a measurement start point before the detection time of the actual switching point.

[0119] For example, in the example shown in drawing 16, when carrying out the angle of delay of the alternating current control voltage to an induced voltage, it sets to a criteria switch pattern. A switching device The switching point t1 switched to an ON state from an OFF state And the switch point t2 which switches a switching device to an OFF state from an ON state As a measurement start point for measuring the measurement start point for measuring the start point of a drive period, respectively, and the start point of a non-driving period The switching point ton and toff actual from these measurement start points The enumerated data which carries out counting to a timer between until is made to calculate as a switching point enumerated data Td (to refer to drawing 16 C).

[0120] moreover, in carrying out the tooth lead angle of the alternating current control voltage to an induced voltage A switching device The switching point t2 switched to an OFF state from an ON state And the switching point t1 which switches a switching device to an ON state from an OFF state As a measurement start point for measuring the measurement start point for measuring the start point of a drive period, respectively, and the start point of a non-driving period The enumerated data which carries out counting to a timer from these measurement start points before actual switching point ton' and toff' is made to calculate as switching point enumerated-data Td' (to refer to drawing 16 D).

[0121] and the switching point enumerated data of each switching device calculated when the switching point t1 of each switching device given with a criteria switch pattern or t2 was detected (when carrying out the tooth lead angle of the control voltage) (when the angle of delay of the control voltage is carried out) -- a timer -- setting -- this timer -- counting -- make it operate -- this timer -- counting -- when operation is completed, the driving signal for making each switching device into an ON state is generated moreover, the switching point enumerated data of each switching device calculated when the switching point t2 of each switching device given with a criteria switch pattern or t1 was detected (when carrying out the tooth lead angle of the control voltage) (when the angle of delay of the control voltage is carried out) -- a timer -- setting -- this timer -- counting -- make it operate -- this timer -- counting -- when operation is completed, the driving signal for making each switching device into an ON state is extinguished

[0122] The flow chart which shows an example of the program in the case of making CPU401 perform the above-mentioned processing was shown in drawing 17 or drawing 21.

[0123] Drawing 17 is what showed the main routine, and in this main routine, it reads the switching point enumerated data Td or the initial value of Td' while it initializes each part first. Subsequently, the current indicated value given from the controller 402 is read, the edge of the start of position detecting-signal Hu-Hw and the edge of a fall are detected, and the rotational frequency of a permanent magnet generator is calculated from the signal width of face or the recurrence interval of the position detecting signals Hu, Hv, and Hw. subsequently, in order to make the control characteristic-ed into an expected property, it should be behind and the phase of an alternating current control voltage should be made a phase -- it is -- it calculates using the map which created beforehand switching point enumerated-data Td' which showed it to drawing 16 when the switching point enumerated data Td shown in drawing 16 when it judged whether it should consider as a leading phase and it was made into a delay phase was made into a leading phase, respectively, and was memorized by ROM

[0124] moreover -- a position -- a detecting signal -- Hu-Hw -- each -- the start -- an edge -- or -- a fall -- an edge -- detecting -- having -- ** -- alike -- drawing 18 -- (-- A --) - (-- C --) --

interruption routine -- performing -- making -- a timer -- U -- or -- a timer -- W -- calculating -- having had -- switching -- the point -- an enumerated data -- Td -- or -- Td -- ' -- setting -- a main routine -- returning . Timers U and W start counting of the enumerated data at the same time an enumerated data is set.

[0125] And when Timers U and W complete counting of the enumerated data set, respectively, interruption routine of drawing 19 or drawing 21 is performed, and driving-signal Su-Sw and Sx-Sz are generated.

[0126] the processing in the interruption routine for generating a driving signal -- Timer U -- counting -- it explains taking the case of the interruption routine of drawing 19 performed when operation is completed In this interruption routine, in judging and carrying out the angle of delay of whether the angle of delay of whether the tooth lead angle of the alternating current control voltage is carried out first is carried out, it judges whether the level of the position detecting signal Hu is a high level (state of "1"). Consequently, when the level of the position detecting signal Hu is a high level, a driving signal Su is extinguished and a driving signal Sx is generated. Moreover, when judged with the level of the position detecting signal Hu being a low, a driving signal Su is generated and a driving signal Sx is extinguished. Similarly, when carrying out the tooth lead angle of the alternating current control voltage, the level of the position detecting signal Hu is judged, when the level of the position detecting signal Hu is a high level, a driving signal Su is generated and a driving signal Sx is extinguished. Moreover, when judged with the level of the position detecting signal Hu being a low, a driving signal Su is extinguished and a driving signal Sx is generated.

[0127] Similarly, driving signals Sv and Sy are generated by the interruption routine of drawing 20 , and driving signals Sw and Sz are generated by the interruption routine of drawing 21 .

[0128] Although carried out to making the 180-degree switching control which makes 180 degrees the drive period of the switching device of rectification and a switching circuit perform in the above-mentioned explanation By controlling the phase of the alternating current control voltage impressed to a magneto-coil side through a switching circuit from a load side, or making duty control of the switching device of a switching circuit perform, in order to attain the purpose of this invention The switching pattern of a switching circuit may not necessarily be a switching pattern in 180-degree switching control that what is necessary is just to be able to make the magnetic flux interlinked with the magneto coil of the phase in the state of passing the output current for a load fluctuate.

[0129] In the example shown in drawing 1 , although the battery is contained in the load 3, when the capacitor with a fully large capacity which may function as a voltage accumulation means is contained in the load instead of the battery, this invention can be applied.

[0130]

[Effect of the Invention] As mentioned above, since the magnetic field which acts on a magneto coil by impressing the alternating current control voltage which has a predetermined phase in the magneto coil of a permanent magnet generator through a switching circuit from the voltage accumulation means included in a load, or making the switching device of this switching circuit turn on and off with a predetermined duty ratio is changed suitably and it enabled it to change the property of the permanent magnet generator itself according to this invention, the advantage which can give versatility is in control of a permanent magnet generator.

[0131] The various troubles especially produced when the regulator of an output short circuit formula was used without using the regulator of an output short circuit formula according to this invention, since the output of a generator was controllable are cancelable.

[0132] Moreover, according to this invention, since the input torque of a permanent magnet generator is controllable, an engine's acceleration performance can be raised by controlling an input torque to mitigate the burden of the internal combustion engine which drives a permanent magnet generator.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the circuit diagram having shown an example of the overall composition of the power plant concerning this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram having shown the still more concrete example of composition of the switch control unit of drawing 1 .

[Drawing 3] It is a circuit diagram for explaining operation of this invention.

[Drawing 4] It is a circuit diagram for explaining operation of this invention.

[Drawing 5] It is a circuit diagram for explaining operation of this invention.

[Drawing 6] It is a circuit diagram for explaining operation of this invention.

[Drawing 7] It is a circuit diagram for explaining operation of this invention.

[Drawing 8] It is a circuit diagram for explaining operation of this invention.

[Drawing 9] It is the wave form chart having shown the wave of the output signal of the position transducer used by the power plant of this invention, and the wave of the driving signal generated based on this position detecting signal.

[Drawing 10] It is the wave form chart having shown the phase current which flows in the power plant of drawing 1 , the charging current of a battery, and the wave of the position detecting signal of U phase.

[Drawing 11] It is explanatory drawing explaining operation of this invention.

[Drawing 12] In the power plant of drawing 1 , it is the diagram having shown change of the phase of the phase voltage to a rotational frequency about the case where various phases of an alternating current control voltage are changed.

[Drawing 13] (A) is the diagram having shown the phase angle of an alternating current control voltage for an example of the relation between the input torque of the power plant of drawing 1 , and a rotational frequency for the parameter. (B) is the diagram having shown the phase angle of an alternating current control voltage for an example of the relation between the load current (charging current) of the power plant of drawing 1 , and a rotational frequency for the parameter.

[Drawing 14] (A) is the diagram having shown the duty ratio [in / duty control / for an example of the relation between the input torque of the power plant of drawing 1 , and a rotational frequency] for the parameter. (B) is the diagram having shown the duty ratio [in / duty control / for an example of the relation between the load current (charging current) of the power plant of drawing 1 , and a rotational frequency] for the parameter.

[Drawing 15] It is the diagram having shown the property of the conventional permanent magnet generator that control of a field is not performed.

[Drawing 16] It is a diagram for explaining an example of a method which generates the driving signal of a switching device from the switch control unit used by this invention.
 [Drawing 17] In case a driving signal is generated by the method shown in drawing 16 , it is the flow chart which showed an example of the algorithm of the main routine of the program performed with a microcomputer.

[Drawing 18] (A) - (C) is the flow chart which showed an example of the algorithm of the interruption routine of this program.

[Drawing 19] It is the flow chart which showed an example of the algorithm of other interruption routine of this program.

[Drawing 20] It is the flow chart which showed an example of the algorithm of the interruption routine of

further others of this program.

[Drawing 21] It is the flow chart which showed an example of the algorithm of the interruption routine of further others of this program.

[Description of Notations]

1 Permanent Magnet Generator

2 Rectification and Switching Circuit

3 Load

4 Switch Control Unit

B1 Battery (voltage accumulation means)

C1 Capacitor (voltage accumulation means)

Fu-Fw Switching device of the surface of a bridge

Fx-Fz Switching device of the lower side of a bridge

Su-Sw, Sx-Sz Driving signal

[Translation done.]

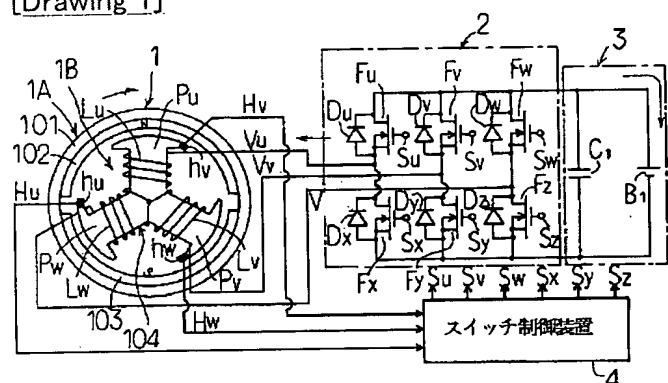
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

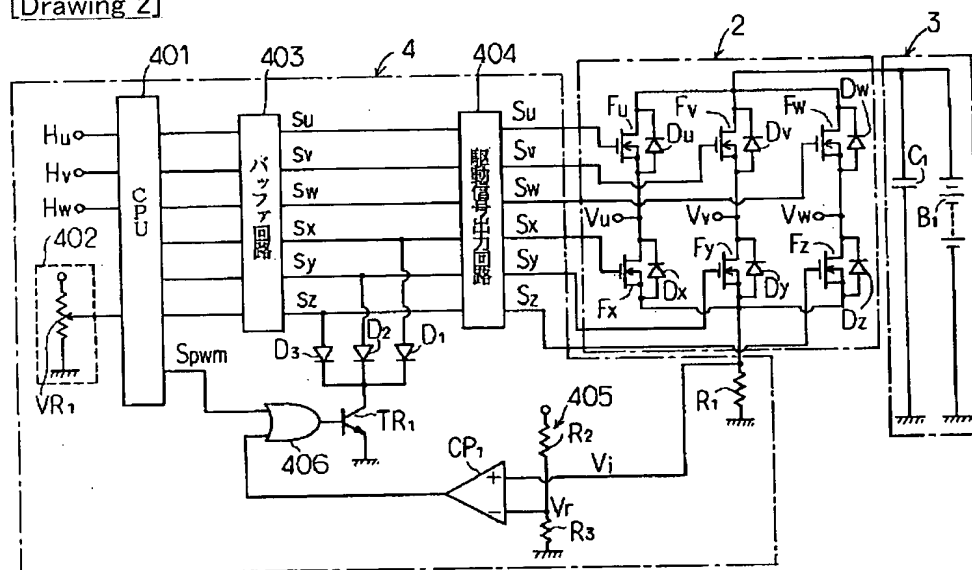
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

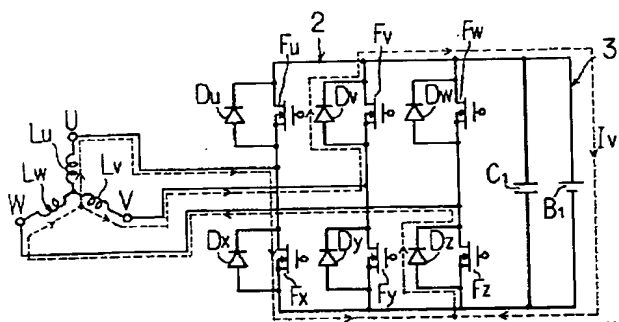
[Drawing 1]



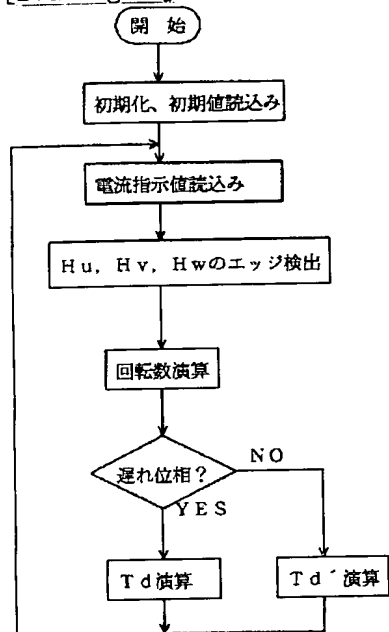
[Drawing 2]



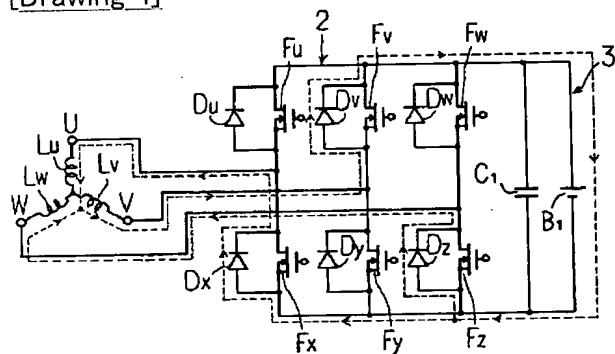
[Drawing 3]



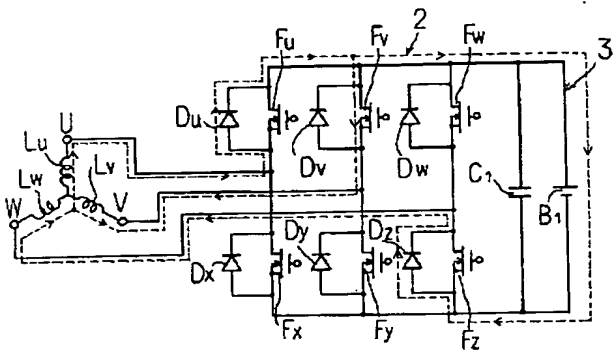
[Drawing 17]



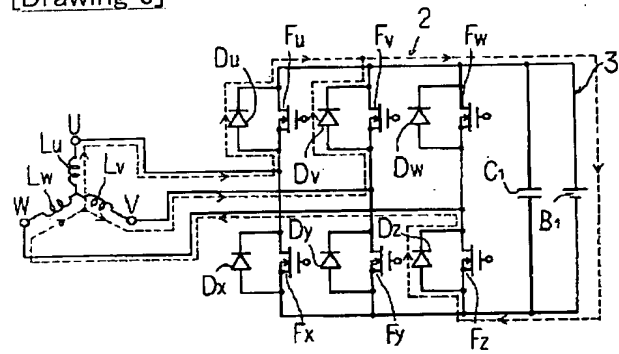
[Drawing 4]



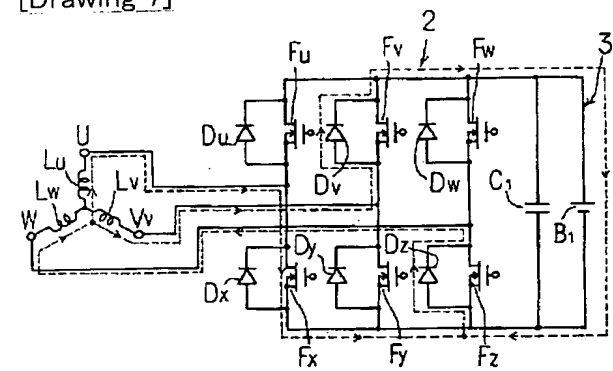
[Drawing 5]



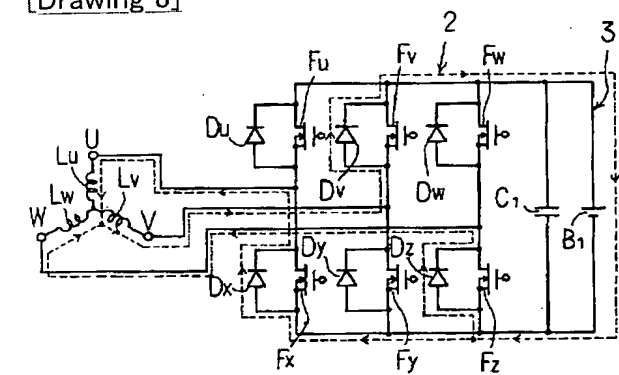
[Drawing 6]



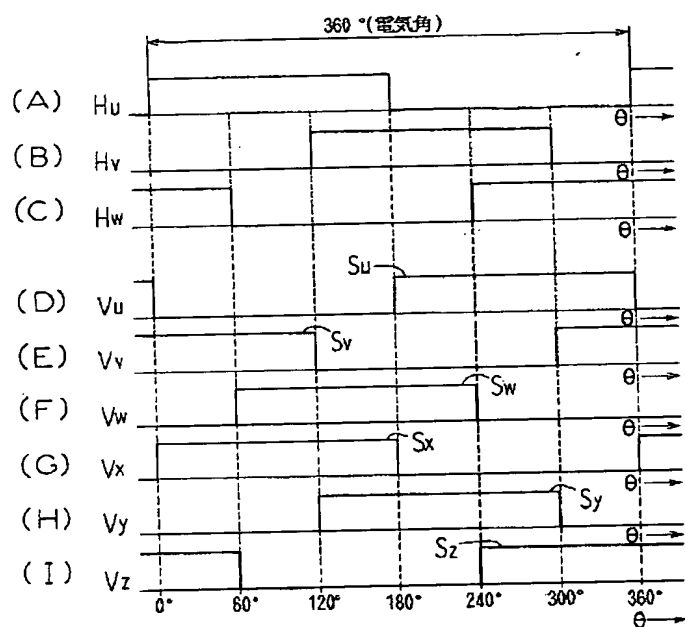
[Drawing_7]



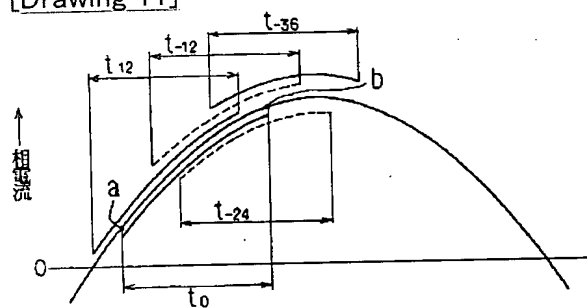
[Drawing 8]



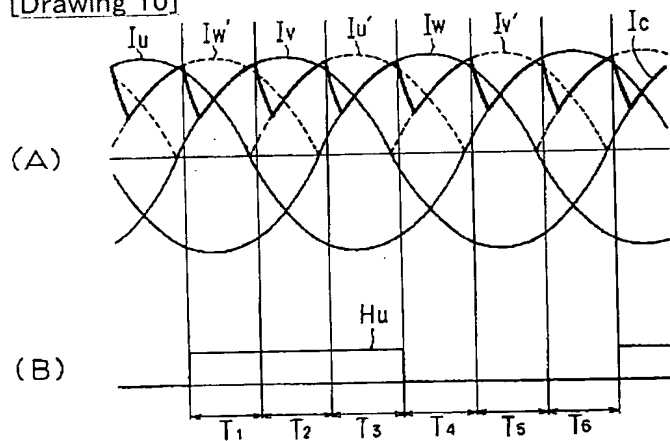
[Drawing 9]



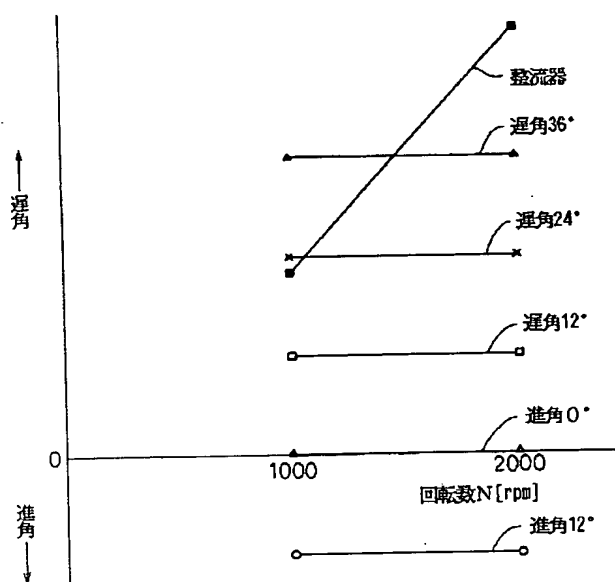
[Drawing 11]



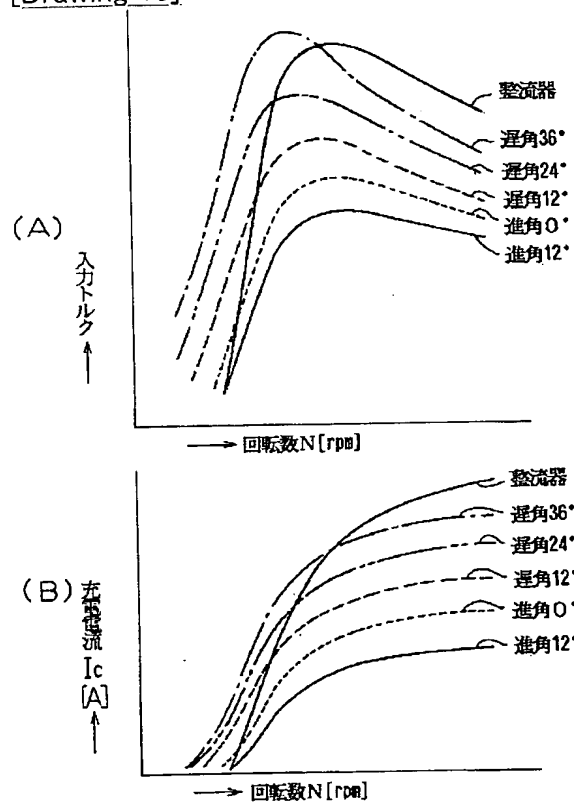
[Drawing 10]



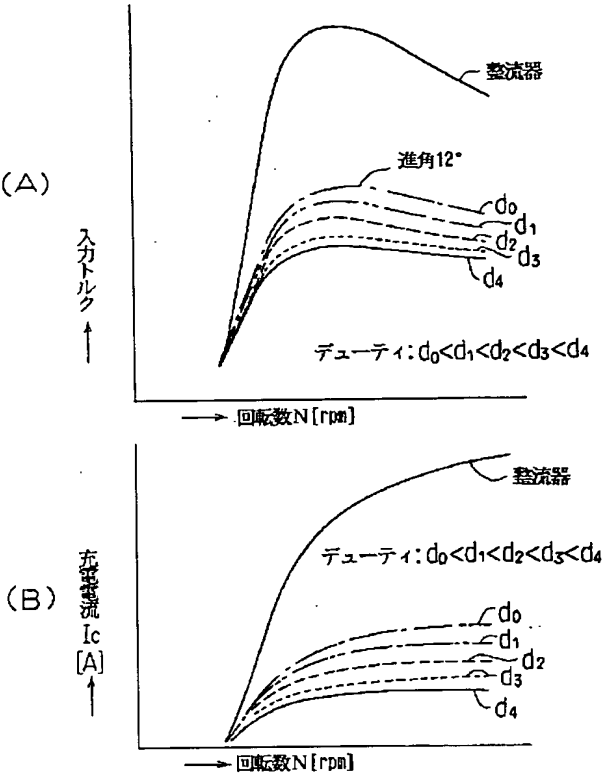
[Drawing 12]



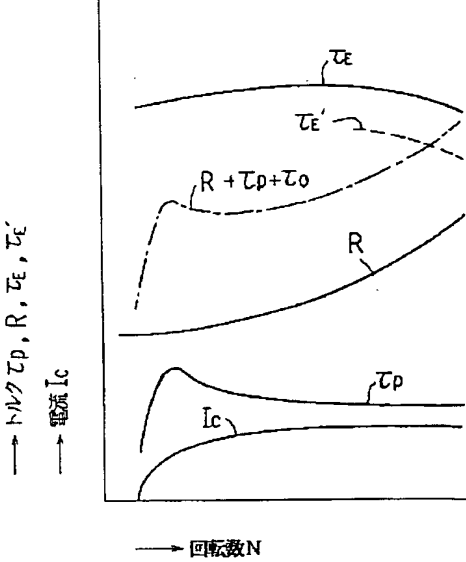
[Drawing 13]



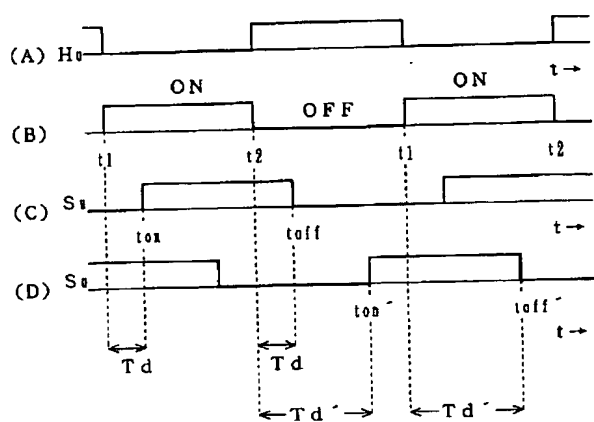
[Drawing 14]



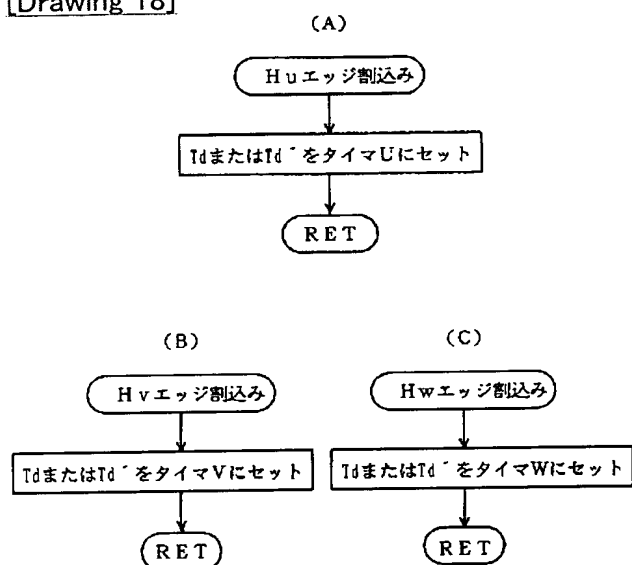
[Drawing 15]



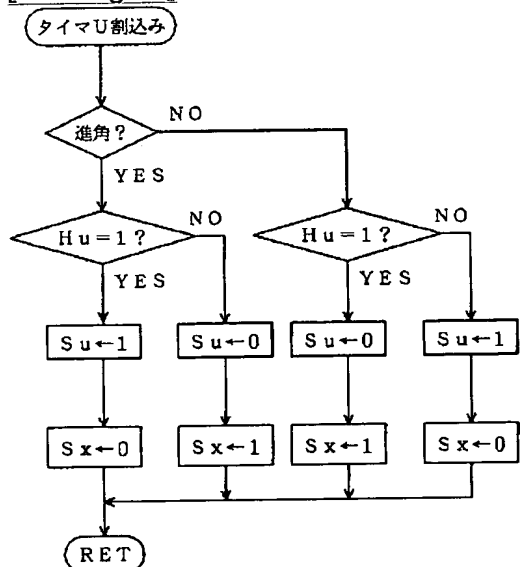
[Drawing 16]



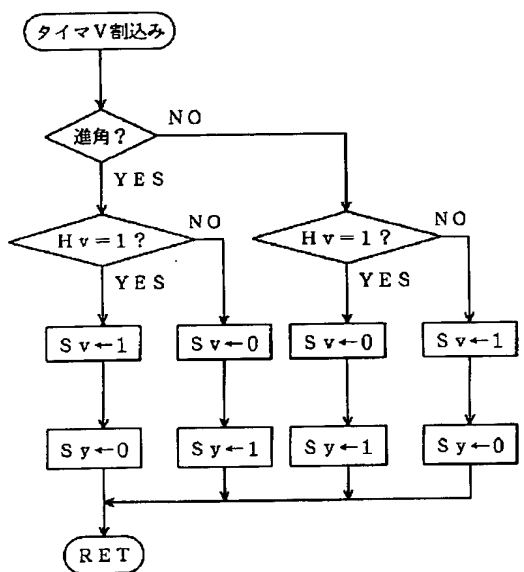
[Drawing 18]



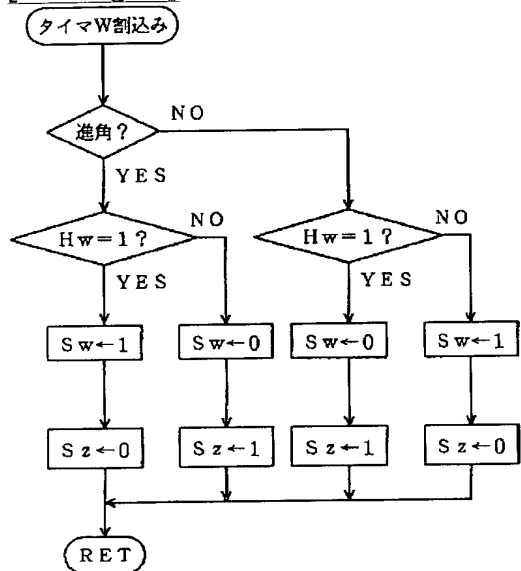
[Drawing 19]



[Drawing 20]



[Drawing 21]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-46456

(43)公開日 平成11年(1999) 2月16日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 2 J 7/14

H 0 2 J 7/14

P

H 0 2 P 9/04

H 0 2 P 9/04

M

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願平9-200317

(71)出願人 000001340

国産電機株式会社

静岡県沼津市大岡3744番地

(22)出願日 平成9年(1997) 7月25日

(72)発明者 中川 昌紀

静岡県沼津市大岡3744番地 国産電機株式
会社内

(72)発明者 稲葉 豊

静岡県沼津市大岡3744番地 国産電機株式
会社内

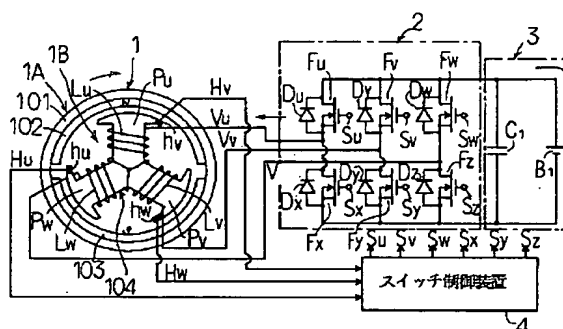
(74)代理人 弁理士 松本 英俊 (外1名)

(54)【発明の名称】 発電装置

(57)【要約】

【課題】磁石発電機を電源としてバッテリー等に電流を供給する発電装置において、発電コイルに作用する磁界を変化させて発電機の特性を種々制御することができるようにすること。

【解決手段】磁石発電機1と負荷3との間に、ブリッジ接続されたダイオードD_u～D_w及びD_x～D_zとこれらのダイオードに逆並列接続されたスイッチ素子F_u～F_w及びF_x～F_zとからなる整流・スイッチ回路2を設ける。負荷3に含まれるバッテリーB₁から整流・スイッチ回路2を通して発電コイルL_u～L_wに所定の位相を有する交流制御電圧を印加するように整流・スイッチ回路のスイッチ素子F_u～F_w及びF_x～F_zを制御するスイッチ制御装置4を設け、交流制御電圧の位相を変化させることにより磁石発電機1の特性を種々変化させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁石界磁を有する回転子と発電コイルを有する固定子とを備えた磁石発電機を電源として、電圧蓄積手段を有する負荷に直流電流を供給する発電装置において、

ブリッジ接続された $2n$ 個 (n は 2 以上の整数) のダイオードからなっていて前記磁石発電機の出力を整流して前記負荷に供給するダイオードブリッジ全波整流回路と、前記 $2n$ 個のダイオードに対してそれぞれ逆並列接続されてブリッジ接続された $2n$ 個のスイッチ素子からなるスイッチ回路とを備えた整流・スイッチ回路と、前記発電コイルの誘起電圧に対して所定の位相角を有する交流制御電圧を前記電圧蓄積手段から前記スイッチ回路を通して前記発電コイルに印加するように、前記スイッチ回路を構成する各スイッチ素子の駆動期間と非駆動期間とを定めて、定められた駆動期間の間スイッチ素子をオン状態にするための駆動信号を各スイッチ素子に与えるスイッチ制御装置とを具備し、

前記スイッチ制御装置は、前記磁石発電機の特定の特性を被制御特性として該被制御特性を所期の特性とするべく、前記発電コイルの誘起電圧に対する前記制御電圧の位相を遅れ位相から進み位相まで変化させる位相角制御手段を備えていることを特徴とする発電装置。

【請求項 2】 磁石界磁を有する回転子と発電コイルを有する固定子とを備えた磁石発電機を電源として、電圧蓄積手段を有する負荷に直流電流を供給する発電装置において、

ブリッジ接続された $2n$ 個 (n は 2 以上の整数) のダイオードからなっていて前記磁石発電機の出力を整流して前記負荷に供給するダイオードブリッジ全波整流回路と、前記 $2n$ 個のダイオードに対してそれぞれ逆並列接続されてブリッジ接続された $2n$ 個のスイッチ素子からなるスイッチ回路とを備えた整流・スイッチ回路と、前記発電コイルの誘起電圧に対して所定の位相角を有する交流制御電圧を前記電圧蓄積手段から前記スイッチ回路を通して前記発電コイルに印加するように、前記スイッチ回路を構成する各スイッチ素子の駆動期間と非駆動期間とを定めて、定められた駆動期間の間スイッチ素子をオン状態にするための駆動信号を各スイッチ素子に与えるスイッチ制御装置とを具備し、

前記スイッチ制御装置は、前記磁石発電機の特定の特性を被制御特性として該被制御特性を所期の特性とするように、前記スイッチ回路のブリッジの上辺のスイッチ素子または下辺のスイッチ素子のうち駆動期間にあるスイッチ素子を所定のデューティ比でオンオフ制御して前記交流制御電圧の平均値を制御するデューティ制御手段を備えていることを特徴とする発電装置。

【請求項 3】 磁石界磁を有する回転子と n 相 (n は 3 以上の整数) の発電コイルを有する固定子とを備えた磁石発電機を電源として、電圧蓄積手段を有する負荷に直

流電流を供給する発電装置において、

前記磁石界磁の回転角度位置を各発電コイルに対して検出する位置検出器と、

ブリッジ接続された $2n$ 個 (n は 2 以上の整数) のダイオードからなっていて前記磁石発電機の出力を整流して前記負荷に供給するダイオードブリッジ全波整流回路と、前記 $2n$ 個のダイオードに対してそれぞれ逆並列接続されてブリッジ接続された $2n$ 個のスイッチ素子からなるスイッチ回路とを備えた整流・スイッチ回路と、

10 前記発電コイルの誘起電圧に対して所定の位相角を有する n 相の交流制御電圧を前記電圧蓄積手段から前記スイッチ回路を通して前記発電コイルに印加するように、前記スイッチ回路を構成する各スイッチ素子をオンオフ制御するスイッチ制御装置とを具備し、

前記スイッチ制御装置は、前記磁石発電機の特定の特性を被制御特性として、該被制御特性を所期の特性とするように、前記位置検出器により検出された磁石界磁の回転角度位置を基準にして前記スイッチ回路の各スイッチ素子の駆動期間及び非駆動期間を定めるスイッチパターン決定手段と、前記スイッチ回路の各スイッチ素子に前記スイッチパターン決定手段により定められた駆動期間の間スイッチ素子をオン状態にするための駆動信号を与えるスイッチ駆動回路とを備え、

前記スイッチパターン決定手段は、前記被制御特性の状態に応じて前記制御電圧の位相を遅れ位相から進み位相まで変化させるように構成されていることを特徴とする発電装置。

30 【請求項 4】 磁石界磁を有する回転子と n 相 (n は 3 以上の整数) の発電コイルを有する固定子とを備えた磁石発電機を電源として、電圧蓄積手段を有する負荷に直流電流を供給する発電装置において、

前記磁石界磁の回転角度位置を各発電コイルに対して検出する位置検出器と、ブリッジ接続された $2n$ 個 (n は 2 以上の整数) のダイオードからなっていて前記磁石発電機の出力を整流して前記負荷に供給するダイオードブリッジ全波整流回路と、前記 $2n$ 個のダイオードに対してそれぞれ逆並列接続されてブリッジ接続された $2n$ 個のスイッチ素子からなるスイッチ回路とを備えた整流・スイッチ回路と、

40 前記発電コイルの誘起電圧に対して所定の位相角を有する n 相の交流制御電圧を前記電圧蓄積手段から前記スイッチ回路を通して前記発電コイルに印加するように、前記スイッチ回路を構成する各スイッチ素子をオンオフ制御するスイッチ制御装置とを具備し、

前記スイッチ制御装置は、前記磁石発電機の特定の特性を被制御特性として、該被制御特性を所期の特性とするのに適した位相で前記交流制御電圧を発生させるように、前記位置検出器により検出された磁石界磁の回転角度位置を基準にして前記スイッチ回路の各スイッチ素子の駆動期間及び非駆動期間を定めるスイッチパターン決

定手段と、前記スイッチ回路の各スイッチ素子に前記スイッチパターン決定手段により定められた駆動期間の間スイッチ素子をオン状態にするための駆動信号を与えるスイッチ駆動回路と、前記被制御特性を所期の特性とするように前記スイッチ回路のブリッジの上辺のスイッチ素子または下辺のスイッチ素子のうち駆動期間にあるスイッチ素子を所定のデューティ比でオンオフ制御するデューティ制御手段とを備えていることを特徴とする発電装置。

【請求項 5】 前記被制御特性は、前記磁石発電機の出力電流対回転数特性である請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の発電装置。

【請求項 6】 前記被制御特性は、前記磁石発電機の入力トルク対回転数特性である請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁石発電機を電源として負荷に電力を供給する発電装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】内燃機関により駆動される発電機として磁石発電機が多く用いられている。周知のように、磁石発電機は、回転子ヨークに永久磁石を取り付けることにより磁石界磁を構成した回転子と、電機子鉄心と該鉄心に巻装された発電コイルとからなる固定子とを備えている。回転子は原動機の回転軸に取り付けられ、固定子は、原動機のケースやカバー等に設けられた取り付け部*

$$\tau = J \cdot (d\omega / dt) = \tau_E - (R + \tau_p + \tau_o) \quad \dots (1)$$

スロットルバルブを全開にして発進操作を行なうと、車両は(1)式で与えられるトルクにより角加速度が与えられて加速していく。回転数が目標値に近付くと、運転者がスロットルバルブを絞るため、機関のトルクは図15の τ_E のように低下し、このトルク τ_E が必要トルクと均衡して車両の速度がある回転速度に落ち着く。

【0007】(1)式より、車両の加速性能は、スロットル全開時の機関の出力トルク τ_E と走行に必要なトルク $(R + \tau_p + \tau_o)$ との差により決まることが分かる。また(1)式から、車両を駆動する内燃機関に磁石発電機が取り付けられている場合には、磁石発電機の入力トルク τ_p が加速性能に影響を与えるため、該入力トルク τ_p を車両の走行状態に応じて適宜に変化させることができれば、必要なときに発電機の入力トルクを小さくして、機関の加速性能を向上させるといった制御が可能になることが分かる。

【0008】ところが、永久磁石により界磁を構成する磁石発電機においては、負荷が決まるとその出力 $V_B \times I_c$ (V_B は出力電圧)が一義的に決まってしまう、同時に必要な入力 $K \times \tau_p \times N$ (K は定数)も決まってしまうため、従来は、磁石発電機の入力トルクを適宜に変

*に固定されて、その電機子鉄心に設けられた磁極部が回転子の磁極部に所定のギャップを介して対向させられる。

【0003】この種の磁石発電機からバッテリー等の電圧蓄積手段を有する負荷に電力を供給する場合(例えばバッテリーを充電する場合)には、多くの場合発電コイルが3相以上の多相に構成されて、該多相の発電コイルの出力がダイオードブリッジ全波整流回路を通して負荷に供給される。

10 【0004】図15は車両を駆動する内燃機関に取り付けた磁石発電機の出力で整流回路を通してバッテリーを含む負荷に電力を供給する場合のトルク対回転数特性と充電電流対回転数特性との一例を示したものである。同図において τ_p は発電機の入力トルク、 τ_E はスロットルバルブを全開したときの機関の出力トルク、 τ_E' はスロットルバルブを少し絞ったときの機関の出力トルク、 R は車両の走行抵抗、 τ_p は発電機の入力トルク、 I_c はバッテリーの充電電流(発電機の出力電流)、 N は機関の回転数[rpm]である。

20 【0005】車両を駆動する内燃機関に図15に示したような特性を有する磁石発電機が取り付けられている場合に、車両を発進させるためにスロットルバルブを全開にしたとすると、走行に必要なトルクは $R + \tau_p + \tau_o$ (τ_o は機関及び車両の機械的損失に打ち勝って車両を走行させるために必要なトルク)であるので、慣性を J 、角速度を ω とすると、加速に使われるトルク τ は、下記の式により与えられる。

【0006】

$$\dots (1)$$

30 化させることはできないとされており、加速性能を向上させるために磁石発電機の入力トルクを制御するようなことは全く行なわれていなかった。

【0009】また永久磁石により界磁を構成する磁石発電機の整流出力でバッテリーを充電する場合、各回転数において流れるバッテリーの充電電流を自由に変えることはできなかったため、機関の高速回転時にバッテリーに過大な充電電流が流れるおそれがある場合には、磁石発電機の出力を短絡する短絡用スイッチ素子と発電機の出力に応じて該スイッチ素子をオンオフ制御する制御回路とを備えた出力短絡式のレギュレータを設けて、発電機の出力が過大になったときに該レギュレータの短絡用スイッチ素子をオン状態にして発電機の出力を短絡するようにしていた。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、磁石発電機を電源としてバッテリーやコンデンサ等の電圧蓄積手段を含む負荷に電力を供給する従来の発電装置においては、磁石発電機自体の特性を制御することができなかったため、加速性能を向上させるために発電機の入力トルクを制御するといった制御を行なおうとしても、それを

行なうことはできなかった。

【0011】従来は、機関の各回転速度において磁石発電機を動作させるために必要とされる入力トルクを不変のものとして、所定の加速性能を得るために、機関の出力をできるだけ大きくするように機関の設計がなされていたが、既に機関の出力を向上させる技術は限界に近付いているため、機関の設計を工夫することにより加速性能の向上を図ることは困難になりつつある。

【0012】また、磁石発電機の出力を制御することができなかった従来の発電装置では、バッテリーに過大な充電電流が流れるのを防ぐために、出力短絡式のレギュレータを設けて、発電機から負荷に供給される電力を制限するようにしていたが、出力短絡式のレギュレータを用いると、短絡用スイッチ素子を通して大きな短絡電流が流れるため、該スイッチ素子として電流容量が大きい高価なものを用いる必要があり、コストが高くなるという問題があった。

【0013】更に出力短絡式のレギュレータでは、短絡用スイッチ素子からの発熱が多くなるため、スイッチ素子の冷却のために大形のヒートシンクを必要とし、発電装置が大形になるという問題もあった。

【0014】本発明の目的は、磁石発電機を電源として電圧蓄積手段を含む負荷に電力を供給する発電装置において、磁石発電機の入力や出力の制御を行うために、磁石発電機自体の特性を制御することができるようにすることにある。

【0015】本発明の他の目的は、磁石発電機を電源として電圧蓄積手段を含む負荷に電力を供給する発電装置において、磁石発電機の出力を短絡することなく、該発電機の出力を制御することができるようにすることにある。

【0016】本発明の更に他の目的は、磁石発電機を電源として電圧蓄積手段を含む負荷に電力を供給する発電装置において、機関の加速性能を制御するために磁石発電機の入力トルクを変化させることができるようにすることにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、磁石界磁を有する回転子と発電コイルを有する固定子とを備えた磁石発電機を電源として、電圧蓄積手段を有する負荷に直流電流を供給する発電装置に係わるものである。

【0018】本発明においては、発電コイルと負荷との間にインバータ形のスイッチ回路を設けて、負荷側からスイッチ回路を通して発電コイル側に所定の位相を有する交流制御電圧を印加することにより、負荷に出力電流を流す状態にある相の発電コイルと鎖交する磁束を増減させることを基本とする。

【0019】本発明においては、ブリッジ接続された $2n$ 個(n は2以上の整数)のダイオードからなっていて磁石発電機の出力を整流して負荷に供給するダイオード

ブリッジ全波整流回路と、 $2n$ 個のダイオードに対してそれぞれ逆並列接続されてブリッジ接続された $2n$ 個のスイッチ素子からなるスイッチ回路とを備えた整流・スイッチ回路と、上記発電コイルの誘起電圧に対して所定の位相角を有する交流制御電圧を電圧蓄積手段からスイッチ回路を通して発電コイルに印加するように、スイッチ回路を構成する各スイッチ素子の駆動期間(スイッチ素子をオン状態にするための駆動信号を各スイッチ素子に与える期間)と非駆動期間(スイッチ素子をオフ状態に保つ期間)とを定めて、定められた駆動期間の間スイッチ素子をオン状態にするための駆動信号を各スイッチ素子に与えるスイッチ制御装置とを設ける。

【0020】上記スイッチ制御装置には、磁石発電機の特定の特性を被制御特性として該被制御特性を所期の特性とするべく、発電コイルの誘起電圧に対する制御電圧の位相を遅れ位相から進み位相まで変化させる位相角制御手段を設けておく。

【0021】スイッチ素子としては、FET(電界効果トランジスタ)、バイポーラトランジスタ、IGBT(絶縁ゲート形トランジスタ)などの、オンオフ制御が可能な半導体スイッチ素子を用いる。

【0022】上記のように、磁石発電機から負荷に供給される電流を整流するダイオードブリッジ全波整流回路を構成する $2n$ 個のダイオードにそれぞれ逆並列接続してブリッジ接続した $2n$ 個のスイッチ素子によりスイッチ回路を構成して、該スイッチ回路を構成するスイッチ素子のオンオフのタイミングを制御することにより、発電コイルの誘起電圧に対して所定の位相角を有する交流制御電圧を、電圧蓄積手段側からスイッチ回路を通して発電コイルに印加するようにしておくと、発電コイルに作用する磁界は、磁石界磁の回転に伴って生じる回転磁界と、交流制御電圧によって流れる制御電流により発電コイルから生じる制御用磁界とを合成したものとなる。この場合、発電コイルの誘起電圧に対する交流制御電圧の位相を遅れ位相とすると、(交流制御電圧の位相を誘起電圧に対して遅らせると)、発電コイルと鎖交する磁束が増加して発電機の出力が増大し、発電機の入力トルクが大きくなる。逆に発電コイルの誘起電圧に対する交流制御電圧の位相を進み位相とすると(交流制御電圧の位相を発電コイルの誘起電圧の位相に対して進ませると)、発電コイルと鎖交する磁束が減少して、発電機の出力が減少し、入力トルクが小さくなる。

【0023】上記のように、負荷に電圧蓄積手段が含まれている場合に、該電圧蓄積手段側から発電コイル側に交流制御電圧を印加する手段を設けて、発電コイルの誘起電圧に対する制御電圧の位相を変化させるようにすると、発電コイルと鎖交する磁束を変化させて、発電機の出力や入力トルクを変化させることができる。したがって、磁石発電機の特定の特性を被制御特性として、制御電圧の位相を制御することにより、被制御特性を初期の

10

20

30

40

50

特性とする制御を行なわせることができる。

【0024】被制御特性として制御の対象とすることができる磁石発電機の特性は、例えば、出力（電圧または電流）対回転数特性や、入力トルク対回転数特性である。

【0025】上記の構成において、スイッチ制御装置は、手動操作されるダイヤル等の変位に応じて制御電圧の位相を変化させるように構成してもよく、また磁石発電機の被制御特性の変量（出力電圧、出力電流、入力トルクなど）の現在値を検出する検出器の出力を入力として、該検出器の検出値と目標値との偏差を零にするように制御電圧の位相を変化させるように構成してもよい。

【0026】上記のように、本発明によれば、発電コイルに作用する磁界を制御して磁石発電機の特性を制御することができるため、磁石発電機の出力を短絡することなく、その出力を制御することができる。また磁石発電機の入力トルクを変化させることができるため、機関の低速時等に機関の負担を少なくするように発電機の入力トルクを制御して、機関の加速性能を向上させることができる。

【0027】磁石発電機が n 相（ n は3以上の整数）の発電コイルを有している場合、上記スイッチ制御装置は、スイッチ回路の各スイッチ素子の駆動期間及び非駆動期間を定めるスイッチパターン決定手段と、スイッチ回路の各スイッチ素子にスイッチパターン決定手段により定められた駆動期間の間スイッチ素子をオン状態にするための駆動信号を与えるスイッチ駆動回路とにより構成できる。この場合スイッチパターン決定手段は、被制御特性の状態に応じて制御電圧の位相を遅れ位相から進み位相まで変化させるように構成する。

【0028】各スイッチ素子の駆動期間及び被駆動期間の決定を容易にするため、磁石界磁の回転角度位置を各発電コイルに対して検出する位置検出器を設けて、該位置検出器により検出された磁石界磁の回転角度位置を基準にして各スイッチ素子の駆動期間と被駆動期間とを定めるように、スイッチパターン決定手段を構成することが好ましい。

【0029】上記の構成では、交流制御電圧の位相を変化させることにより、磁石発電機の出力や入力トルクを変化させて、該発電機の被制御特性を所期の特性にするように制御しているが、交流制御電圧の位相は被制御特性を所期の特性とするのに適した位相に固定しておいて、スイッチ回路のスイッチ素子を所定のデューティ比でオンオフさせることにより磁石発電機の出力や入力トルクを変化させて、該発電機の被制御特性を所期の特性とするように制御するようにしてもよい。この場合には、磁石発電機の被制御特性を所期の特性とするようにスイッチ回路のブリッジの上辺のスイッチ素子または下辺のスイッチ素子のうち駆動期間にあるスイッチ素子を所定のデューティ比でオンオフ制御するデューティ制御

手段をスイッチ制御装置に設けておく。

【0030】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係わる発電装置の要部の構成例を示したもので、同図において1は磁石回転子1Aと固定子1Bとからなる磁石発電機、2は全波整流回路とインバータ形のスイッチ回路とからなる整流・スイッチ回路、3は負荷、4はスイッチ制御装置である。

【0031】磁石回転子1Aは、カップ状に形成された鉄製のフライホイール（回転子ヨーク）101と、フライホイール101の周壁部の内周に固定された永久磁石102及び103とを備えた周知のものである。図示していないが、フライホイール101はその底壁部の中央にボス部を有していて、該ボス部が図示しない内燃機関の回転軸に結合されている。永久磁石102及び103はそれぞれの内周部にN極及びS極の磁極が現れるように、かつ該N極及びS極の中心が互いに180度の角度間隔をもって配置されるように、互いに極性を異にしてフライホイールの径方向に着磁され、これらの磁石により、2極の磁石界磁が構成されている。磁石102及び103は、180度に近い極弧角を有するように形成されている。図示の例では、この磁石回転子1Aが内燃機関により図面上時計方向に回転駆動される。

【0032】固定子1Bは、120度間隔で放射状に配置された3つの突極部Pu、Pv、Pwを有する電機子鉄心104と、該電機子鉄心の突極部Pu～Pwにそれぞれ巻回された3相の発電コイルLu～Lwとを備えたもので、発電コイルLu～Lwは星形結線されている。

【0033】固定子1Bは内燃機関のケースなどに設けられた固定子取付け部に取り付けられていて、突極部Pu～Pwのそれぞれの先端に形成された磁極面が磁石回転子1Aの磁極に所定の空隙を介して対向させられている。図示の例では、突極部Pu～Pwのそれぞれの先端に形成された磁極面の極弧角が60度に設定されている。

【0034】なお図1においては、発電コイルの結線を示す都合上電機子鉄心104の中央部が中実であるかのように図示されているが、実際には、電機子鉄心104の中央部に機関の回転軸（磁石回転子の回転軸）を貫通させるための孔が設けられている。

【0035】固定子1Bの鉄心104の突極部Pu、Pv及びPwの先端部付近にはそれぞれホールICなどの磁気検出素子からなる位置検出器hv、hw及びhuが配置されていて、これらの位置検出器hu～hwにより、発電コイルLu～Lwのそれぞれに対する磁石界磁の回転角度位置が検出されるようになっている。図示の例では、位置検出器hu、hv及びhwがそれぞれ突極部Pu、Pv及びPwの磁極面の中心位置よりも電気角で90度位相が進んだ位置に配置されている。

【0036】整流・スイッチ回路2は、ダイオードDu

～DwとDx～Dzとを3相ブリッジ接続して構成した周知の3相ダイオードブリッジ整流回路と、この整流回路のダイオードDu～Dw及びDx～Dzにそれぞれ逆並列接続されてブリッジ接続されたスイッチ素子Fu～Fw及びFx～Fzとからなっていて、ブリッジ接続されたスイッチ素子Fu～Fw及びFx～Fzによりスイッチ回路が構成されている。

【0037】なおスイッチ素子とダイオードとを逆並列接続するとは、スイッチ素子及びダイオードをそれぞれの順方向を互いに異なる方向に向けて並列接続することを意味する。図示の例では、スイッチ素子Fu～Fw及びFx～FzとしてMOSFETが用いられていて、スイッチ素子Fu～Fw及びFx～Fzをそれぞれ構成するMOSFETのドレイン及びソースがダイオードDu～Dw及びDx～Dzのカソード及びアノードに接続されている。

【0038】整流・スイッチ回路2においては、ダイオードDuとDxとの接続点、ダイオードDvとDyとの接続点、及びダイオードDwとDzとの接続点がそれぞれ整流回路のU相、V相及びW相の入力端子となっていて、これらの入力端子にU相、V相及びW相の発電コイルの中性点と反対側の端子が接続されている。

【0039】またダイオードDu～Dwのカソードの共通接続点及びダイオードDx～Dzのアノードの共通接続点がそれぞれ整流回路の正極側出力端子及び負極側出力端子となっていて、これら正極側出力端子及び負極側出力端子の間に負荷2が接続されている。

【0040】図1に示した整流・スイッチ回路2において、スイッチ素子Fu～Fw及びFx～Fzのブリッジ回路からなるスイッチ回路は、直流電圧（または電流）を交流電圧（または電流）に変換するために広く用いられているものと同様のインバータ形のスイッチ回路であり、n相のブラシレス直流電動機において駆動電流をn相の電機子コイルに転流させるために用いられるドライバ回路と同じものである。

【0041】整流・スイッチ回路2において、図示のように、スイッチ素子としてMOSFETを用いる場合には、スイッチ素子Fu～Fw及びFx～Fzをブリッジ接続すると、MOSFETの構造上そのドレインソース間に存在する寄生ダイオードがブリッジ接続されて全波整流回路が構成される。この場合、スイッチ素子Fu～Fw及びFx～Fzをそれぞれ構成するMOSFETの寄生ダイオードをそれぞれダイオードDu～Dw及びDx～Dzとして用いてダイオードブリッジ全波整流回路を構成するようにしてもよく、スイッチ素子Fu～Fw及びFx～Fzをそれぞれ構成するMOSFETのドレインソース間にそれぞれ別個にダイオードDu～Dw及びDx～Dzを逆並列接続することによりダイオードブリッジ全波整流回路を構成してもよい。

【0042】本明細書においては、スイッチ素子Fu～

Fw及びFx～Fzをそれぞれスイッチ回路のブリッジの上辺のスイッチ素子及び下辺のスイッチ素子と呼び、ダイオードDu～Dw及びDx～Dzをそれぞれ全波整流回路のブリッジの上辺のダイオード及び下辺のダイオードと呼ぶ。

【0043】負荷3はバッテリーB1と該バッテリーの両端に並列に接続されたコンデンサC1とからなり、バッテリーB1とコンデンサC1との並列回路が整流回路の出力端子間に接続されている。この例では、バッテリーB1及びコンデンサC1が電圧蓄積手段を構成している。

【0044】なお図示していないが、バッテリーB1にはランプや、内燃機関用点火装置、あるいは、本発明に係わる発電装置の制御部に電源を与える直流定電圧電源回路などの負荷が接続されている。

【0045】スイッチ制御装置4は、発電コイルLu～Lwの誘起電圧に対して所定の位相角を有する3相の交流制御電圧を、負荷に含まれる電圧蓄積手段から整流・スイッチ回路2のスイッチ回路を通して発電コイルLu～Lwに印加するように、スイッチ回路を構成するスイッチ素子Fu～Fw及びFx～Fzをオンオフ制御する。

【0046】このように、本発明においては、負荷に含まれる電圧蓄積手段側からスイッチ回路を通して発電コイルに交流制御電圧を印加するため、磁石発電機の発電コイルの誘起電圧と交流制御電圧との差の電圧により負荷に電流が供給される。

【0047】なお本明細書において、「誘起電圧」は磁石発電機の発電コイルLu～Lwの誘起電圧を意味する。

【0048】スイッチ制御装置4は、磁石発電機1の特定の特性を被制御特性として、該被制御特性を所期の特性とするように、位置検出器Hu～Hwにより検出された磁石界磁の回転角度位置を基準にしてスイッチ回路を構成するスイッチ素子Fu～Fw及びFx～Fzのそれぞれの駆動期間及び非駆動期間を定めるスイッチパターン決定手段と、スイッチ素子Fu～Fw及びFx～Fzを、スイッチパターン決定手段により決定された駆動期間及び非駆動期間の間それぞれオン状態及びオフ状態にするように、各スイッチ素子に駆動信号を与えるスイッチ駆動回路とを備えていて、磁石発電機の被制御特性を所期の特性とするようにスイッチ素子Fu～Fw及びFx～Fzにそれぞれ駆動信号Su～Sw及びSx～Szを与える。

【0049】ここで、「駆動信号」は、スイッチ素子をオン状態にするために該スイッチ素子の制御端子に与える信号を意味する。

【0050】また「駆動期間」とは、スイッチ素子に駆動信号を与える期間を意味し、「非駆動期間」とは、スイッチ素子に駆動信号を与えずに該スイッチ素子をオフ状態に保持する期間を意味する。

【0051】なお本発明においては、「駆動期間」の全期間に亘ってスイッチ素子をオン状態に保つとは限らない。駆動期間において、必要に応じて駆動信号を所定のデューティ比で断続させることにより、スイッチ素子がオフ状態になる期間を生じさせることもある。

【0052】本明細書において、磁石発電機の被制御特性とは、磁石発電機の出力電圧対回転数特性、出力電流対回転数特性、入力トルク対回転数特性などの各種の特性のうち、制御の対象とする特定の特性を意味する。

【0053】磁石発電機1の出力電流対回転数特性を被制御特性として制御の対象とする場合のスイッチ制御装置4の構成例を図2に示した。図2において401はマイクロコンピュータのCPUで、CPU401には、位置検出器 $h_u \sim h_w$ がそれぞれ出力する位置検出信号 $H_u \sim H_w$ と、負荷に供給される出力電流（バッテリーB1の充電電流）の指示値を与える出力電流指示信号を発生するコントローラ402の出力とが入力されている。

【0054】図示のコントローラ402は図示しない直流定電圧電源回路から一定の電圧が印加された可変抵抗器VR1からなっていて、直流定電圧を可変抵抗器VR1によって分圧することにより得た電圧信号を出力電流指示信号としてCPU401のアナログ入力ポートに与える。

【0055】CPU401はスイッチ回路のスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ にそれぞれ対応する出力端子を有していて、スイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ にそれぞれ対応する出力端子からバッファ回路403を通してスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ をそれぞれ導通させることを指令する駆動指令信号 $s_u \sim s_w$ 及び $s_x \sim s_z$ を出力する。これらの駆動指令信号 $s_u \sim s_w$ 及び $s_x \sim s_z$ は駆動信号出力回路404に与えられる。駆動信号出力回路404は、駆動指令信号 $s_u \sim s_w$ 及び $s_x \sim s_z$ がそれぞれ入力される入力端子と、スイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ のそれぞれの制御端子（図示の例ではFETのゲート）に接続された出力端子とを有していて、駆動指令信号 $s_u \sim s_w$ 及び $s_x \sim s_z$ がそれぞれ発生したときにスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ の制御端子に駆動信号 $S_u \sim S_w$ 及び $S_x \sim S_z$ を与える。

【0056】本発明においては、これらの駆動信号をスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ に与えることにより、スイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ を所定のタイミングでオンオフさせて、負荷に含まれる電圧蓄積手段（図示の例ではバッテリーB1及びコンデンサC1）から磁石発電機1の発電コイル $L_u \sim L_w$ に印加される交流制御電圧の位相と大きさ（平均値）とを制御する。

【0057】負荷3側からスイッチ回路を構成するFETに流れる電流を検出するため、ダイオードブリッジ全波整流回路のブリッジの下辺を構成するダイオード $D_x \sim D_z$ のアノードの共通接続点と接地間に電流検出用抵

抗R1が接続され、該抵抗R1の両端に現れる電流検出信号 V_i が比較器CP1の非反転入力端子に与えられている。

【0058】また図示しない直流定電圧電源回路の出力電圧を抵抗R2及びR3の直列回路からなる分圧回路により分圧して、抵抗R3の両端に基準電圧 V_r を発生する基準電圧発生回路405が設けられ、基準電圧 V_r が比較器CP1の反転入力端子に入力されている。

【0059】バッファ回路403の出力端子（駆動信号出力回路404の入力端子）のうち、スイッチ回路のブリッジの下辺のスイッチ素子 $F_x \sim F_z$ をオン状態にすることを指令する駆動指令信号 s_x, s_y, s_z をそれぞれ出力する端子にカソードが共通接続されたダイオードD1, D2及びD3のアノードが接続されている。ダイオードD1, D2及びD3のカソードの共通接続点はエミッタが接地されたNPNトランジスタTR1のコレクタに接続され、トランジスタTR1がオン状態になっている間、駆動指令信号 s_x, s_y 及び s_z が該トランジスタTR1を通して駆動信号出力回路404から側路されてスイッチ回路のブリッジの下辺のスイッチ素子 $F_x \sim F_z$ に駆動信号 $S_x \sim S_z$ が与えられるのが阻止されるようになっている。

【0060】トランジスタTR1のベースには、CPU401から与えられるPWM信号 S_{pwm} と、比較器CP1の出力とがオア回路406を通して与えられている。PWM信号は、スイッチ素子 $F_x \sim F_z$ をオン状態にする期間低レベルの状態（「0」の状態）を保持し、スイッチ素子 $F_x \sim F_z$ をオフ状態にする期間高レベルの状態（「1」の状態）を保持するパルス波形の信号である。

【0061】スイッチ回路を構成するスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ を通して流れる電流が設定値よりも小さく、比較器CP1の出力が低レベルの状態（「0」の状態）にあるときには、PWM信号 S_{pwm} が高レベルの状態にある期間トランジスタTR1がオン状態になって駆動指令信号 $s_x \sim s_z$ が駆動信号出力回路404に与えられるのを阻止し、PWM信号が低レベルの状態にある期間トランジスタTR1がオフ状態になって、駆動信号出力回路404に駆動指令信号 $s_x \sim s_z$ が与えられるのを許容する。これにより、負荷3のバッテリーB1から発電コイル $L_u \sim L_w$ に制御電圧を与えるスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ が所定のデューティ比でオンオフ制御される。

【0062】バッテリーB1からスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ を通して流れる電流が制限値を超えると、電流検出信号 V_i が基準電圧信号 V_r を超えて比較器CP1の出力が高レベルの状態に反転し、トランジスタTR1がオン状態に保持される。これによりスイッチ素子 $F_x \sim F_z$ に駆動信号 $S_x \sim S_z$ が与えられなくなり、これらのスイッチ素子 $F_x \sim F_z$ がオフ状態に保持

される。この状態では、スイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ からなるスイッチ回路に電流が流れなくなるため、スイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ が過電流により破損するのが防止される。

【0063】図2に示した例では、バッファ回路403と駆動信号出力回路404とによりスイッチ駆動回路が、ダイオード $D_1 \sim D_3$ とトランジスタ TR_1 とオア回路406とによりデューティ制御回路がそれぞれ構成されている。また電流検出用抵抗 R_1 と比較器 CP_1 と抵抗 R_2 及び R_3 とによりスイッチ素子を過電流から保護する過電流保護回路が構成され、これらスイッチ駆動回路、デューティ制御回路及び過電流保護回路と、 $CPU401$ 及びコントローラ402とにより、スイッチ制御装置4が構成されている。

【0064】 $CPU401$ は位置検出器 $h_u \sim h_w$ が出力する位置検出信号 $H_u \sim H_w$ を入力として、スイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ をそれぞれ所定のタイミングでオン状態にするための駆動信号 $S_u \sim S_w$ 及び $S_x \sim S_z$ を発生する。

【0065】図1のように位置検出器 $h_u \sim h_w$ が取り付けられている場合、永久磁石102及び103の極弧角を180度とみなし、位置検出器がN極を検出したときに高レベルの信号を出力するものとする。位置検出器 $h_u \sim h_w$ がそれぞれ発生する位置検出信号 $H_u \sim H_w$ の波形は、図9の(A)～(C)のようになる。図9の横軸に示した θ は回転子の回転角を示している。位置検出信号 $H_u \sim H_w$ は電気角で120度の位相差をもって順次発生する。図示の例では、回転子が2極に構成されているため、発電コイルに鎖交する磁束及び発電コイルの誘起電圧の電気角(磁束波形及び誘起電圧波形上の位相角)は機械角(回転子の回転角度で表した位相角)に一致している。また図示の例では、位置検出器 $h_u \sim h_w$ がそれぞれ固定子のU相ないしW相の磁極の中心に対して90度位相が進んだ位置に配置されているため、位置検出器 $H_u \sim H_w$ が低レベルになっている期間及び高レベルになっている期間がそれぞれU相ないしW相の発電コイル $L_u \sim L_w$ に誘起する誘起電圧の一方の半サイクルの期間及び他方の半サイクルの期間に一致している。例えば位置検出信号 H_u が低レベルになっている期間がU相の発電コイル L_u の誘起電圧の正の半サイクルの期間に一致し、 H_u が高レベルになっている期間がU相の発電コイル L_u の誘起電圧の負の半サイクルの期間に一致している。

【0066】ここで、スイッチ回路を構成する各スイッチ素子を電気角で180度の期間オン状態にし、残りの180度の期間をオフ状態にするように各スイッチ素子のオンオフ制御(180度スイッチング制御)を行わせるものとする。この場合、例えば図9(D)ないし(I)のように、スイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ の基準のスイッチングパターンを定める。

【0067】図9(D)ないし(I)はスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ の基準スイッチパターンをそれぞれのスイッチ素子に与えられる駆動信号 $S_u \sim S_w$ 及び $S_x \sim S_z$ の波形で示したもので、図9(D)ないし(I)にそれぞれ示された高レベルの矩形波信号が駆動信号 $S_u \sim S_w$ 及び $S_x \sim S_z$ である。これらの駆動信号 $S_u \sim S_w$ 及び $S_x \sim S_z$ が発生している期間がスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ の駆動期間であり、駆動信号 $S_u \sim S_w$ 及び $S_x \sim S_z$ が発生していない期間がスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ の非駆動期間である。

【0068】図9に示した180度スイッチング制御の基準スイッチパターンにおいては、U相ないしW相の発電コイル L_u ないし L_w に対してそれぞれ磁石界磁の回転角度位置を検出する位置検出器 h_u ないし h_w から得られる位置検出信号 H_u ないし H_w がそれぞれ高レベルになっている期間(それぞれの位置検出器が磁石界磁の一方の磁極を検出している期間)をブリッジの上辺の対応するスイッチ素子 F_u ないし F_w の非駆動期間とし、位置検出信号 H_u ないし H_w がそれぞれ低レベルになっている期間をブリッジの上辺の対応するスイッチ素子 F_u ないし F_w の駆動期間とする。またスイッチ回路のブリッジの上辺のスイッチ素子 F_u ないし F_w のそれぞれの非駆動期間(位置検出器 h_u ないし h_w がそれぞれ磁石界磁の他方の磁極を検出している期間)をブリッジの下辺の対応するスイッチ素子 F_x ないし F_z の駆動期間とし、ブリッジの上辺のスイッチ素子 F_u ないし F_w の駆動期間をそれぞれブリッジの下辺の対応するスイッチ素子 F_x ないし F_z の非駆動期間とする。

【0069】図9(D)ないし(I)に示したような基準スイッチパターンでスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ をオンオフさせると、負荷3に含まれる電圧蓄積手段(図示の例では主としてバッテリー B_1)からスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ により構成されたスイッチ回路を通して磁石発電機の発電コイル $L_u \sim L_w$ に、該発電コイルの誘起電圧と同位相の交流制御電圧が印加される。

【0070】本発明においては、図9(D)ないし(I)に示した基準スイッチパターンを基準にして、スイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ のスイッチパターンの位相を変化させることにより、負荷側からスイッチ回路を通して発電コイルに印加される交流制御電圧の誘起電圧に対する位相を進み位相から遅れ位相まで変化させる。これにより発電コイルに鎖交する磁束の量を増加または減少させて、磁石発電機の特性を変化させる。

【0071】なお以下の説明において、単に交流制御電圧の位相または位相角という場合、その位相または位相角は、交流制御電圧の誘起電圧に対する位相または位相角を意味する。

50 【0072】磁石発電機1から負荷3に供給される電流

を整流するダイオードブリッジ全波整流回路を構成するダイオード $D_u \sim D_w$ 及び $D_x \sim D_z$ にそれぞれスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ を逆並列接続することにより、スイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ のブリッジ回路からなるスイッチ回路を構成して、スイッチ素子 $F_u \sim F_w$ 及び $F_x \sim F_z$ のオンオフのタイミングを制御することにより、負荷側から発電コイル側に印加する交流制御電圧の位相を制御するようにすると、磁石発電機の発電コイルに作用する磁界は、磁石界磁の回転に伴って生じる回転磁界と、交流制御電圧によって流れる制御電流により発電コイルから生じる制御用磁界とを合成したものとなるため、磁石発電機の各種の特性を変化させることができる。

【0073】ここで、発電コイルの誘起電圧に対して交流制御電圧の位相を遅らせると、発電コイルが巻かれた鉄心中を流れる磁束を増加させようとする磁束の量が増加するため、発電機の出力が増大すると同時に、発電機の入力トルクが大きくなる。逆に発電コイルの誘起電圧に対して交流制御電圧の位相を進ませると、発電コイルが巻かれた鉄心中の磁束を増加させようとする磁束の量が減少するため、発電機の出力が低下すると同時に、入力トルクが小さくなる。

【0074】図1に示した発電装置において、実際に発電コイル L_u 、 L_v 及び L_w をそれぞれ通して流れる相電流 I_u 、 I_v 及び I_w の波形と、全波整流回路により反転させられた相電流の負の半サイクル I_u' 、 I_v' 及び I_w' の波形とを示すと図10(A)のようになる。

【0075】図1及び図2に示した発電装置において、図9に示したようなスイッチパターンで180度スイッチング制御を行なわせる場合には、スイッチ回路を構成するスイッチ素子を、ブリッジの上辺のスイッチ素子 $F_u \sim F_w$ と下辺のスイッチ素子 $F_x \sim F_z$ とに分けた場合、必ず、上辺及び下辺のうちの一方で1つのスイッチ素子がオン状態になっており、他方では2つのスイッチ素子がオン状態になっている。

【0076】上記のように、整流・スイッチ回路のスイッチ素子をオンオフ制御した場合の電流の流れを説明すると下記の通りである。

【0077】一例として図10(B)の期間 T_1 について見ると、この期間 T_1 においては、図9より、上辺のスイッチ素子 F_v がオン状態にあり、下辺のスイッチ素子 F_x 及び F_z がオン状態にある。このような状態で、U相の相電圧が正の半サイクルにあるとき、U相の相電流 I_u は、図3に破線で示したように、発電コイル L_u からスイッチ素子 F_x 及びダイオード D_z と発電コイル L_w とを通して還流し、出力側には流れない。そのため、整流・スイッチ回路2から負荷3に流れる電流はV相の電流 I_v のみとなる。また上辺のスイッチ素子 F_v がオン状態にあり、下辺のスイッチ素子 F_x 及び F_z が

オン状態にある T_1 の期間において、U相の相電圧が負の半サイクルにあるときには、図4に破線で示したように、V相の発電コイル L_v から流れ出した相電流 I_v が、ダイオード D_v - 負荷3 - ダイオード D_x - 発電コイル L_u - 発電コイル L_v の経路、及びダイオード D_v - 負荷3 - ダイオード D_z - 発電コイル L_w - 発電コイル L_v の経路で流れる。従って、図10(B)の期間 T_1 においては、常にV相の相電流のみが負荷側に流れている。

10 【0078】同様に、2つの上辺のスイッチ素子 F_v 及び F_w と1つの下辺のスイッチ素子 F_x とがオン状態になる図10の期間 T_2 においては、U相の負方向の相電流 I_u' が負荷側に流れる。また1つの上辺のスイッチ素子 F_w と2つの下辺のスイッチ素子 F_x 及び F_y とがオン状態になる図10の期間 T_3 においては、W相の相電流 I_w が負荷3側に流れ、2つの上辺のスイッチ素子 F_u 及び F_w と1つの下辺のスイッチ素子 F_y とがオン状態になる図10の期間 T_4 においては、V相の負方向の相電流 I_v' が負荷側に流れる。

20 【0079】このようにして、負荷3側に流れ相電流は、オン状態になるスイッチ素子の組み合わせが切り替わるごとに、 $I_v \rightarrow I_u' \rightarrow I_w \rightarrow I_v' \rightarrow I_u \rightarrow I_w' \rightarrow I_v$ のように切り替わっていき、これらの電流がバッテリー B_1 に充電電流 I_c として流れる。この充電電流 I_c の波形を図示すると、図10(A)に太線で示した波形のようになる。

【0080】本発明のように、スイッチ回路のスイッチ素子をオンオフするタイミングを制御することにより、負荷側から発電コイルに印加する交流制御電圧の位相（発電コイルの誘起電圧に対する位相）を進み位相から遅れ位相まで変化させると、各相の相電流の半波において、負荷に充電電流として流れる期間が交流制御電圧の位相の変化に伴って変化し、この変化に伴って充電電流が増大したり減少したりする。

【0081】図11は交流制御電圧の位相を種々変化した場合に、充電電流 I_c が流れる期間が変化する様子を、実測データに基づいて示したものである。交流制御電圧の位相角を零とした場合には、図11のa点からb点まで、 t_0 の期間に亘って充電電流 I_c が流れるが、交流制御電圧の位相を進み位相としてその進み角を12度とすると、充電電流が流れる期間は図11の t_{12} のように進み角が零の場合よりも左側にシフトする。また交流制御電圧の位相を遅れ位相として、その遅れ角を12度とした場合には、図11の t_{-12} のように充電電流が流れる期間が右側にシフトする。さらに、交流制御電圧の位相を遅れ位相としてその遅れ角を24度及び36度とすると、充電電流が流れる期間はそれぞれ t_{-24} 及び t_{-36} のように更に右側にシフトする。

【0082】また図11には図示していないが、交流制御電圧の位相を進ませると相電流の位相自体が右側にシフ

とし、交流制御電圧の位相を遅らせると、相電流の位相自体が左側にシフトする。

【0083】これらのことから、交流制御電圧の位相角を進角側に变化させると充電電流が小さくなり、該位相角を遅角側に变化させると、充電電流が増加することが分かる。

【0084】また図1の発電装置において、スイッチ素子F_u～F_w及びF_x～F_zの全てをオフ状態にして、整流・スイッチ回路2をダイオードブリッジ全波整流回路としてのみ機能させた場合と、スイッチ回路のスイッチ素子をオンオフ制御して、交流制御電圧の誘起電圧に対する位相を種々変化させた場合とについて、回転数に対する相電圧の位相の変化を示すと、図12のようになる。

【0085】図12において、「整流器」と表示されている直線は、整流・スイッチ回路2の全てのスイッチ素子をオフ状態に保持して、該整流・スイッチ回路を整流回路としてのみ機能させた場合の相電圧の位相の回転数に対する変化を示している。また図12において「進角0°」、「進角12°」と表示されている直線はそれぞれ交流制御電圧の位相を進み位相として、その進み角を0度及び12度とした場合の相電圧の位相の回転数に対する変化を示している。また「遅角12°」、「遅角24°」及び「遅角36°」と表示されている直線はそれぞれ交流制御電圧の位相を遅れ位相として、その遅れ角を12度、24度及び36度とした場合の、相電圧の位相の回転数に対する変化を示している。

【0086】図12から明らかなように、回転数が1000[rpm]のとき、交流制御電圧の誘起電圧に対する遅れ位相角を36度とした場合の方が、整流・スイッチ回路2を整流回路としてのみ機能させた場合よりも、相電圧の位相が遅れている。ここで、発電コイルの誘起電圧の位相が整流・スイッチ回路2を整流回路としてのみ機能させた場合の相電圧の位相と同一であるとする、交流制御電圧の位相を遅れ位相としてその遅れ角を36度とした場合の方が、制御交流電圧を印加しない場合よりも相電圧が遅れ側にあるため、誘起電圧と制御交流電圧との差の電圧により負荷に流れる電流は、遅れ角を36度した交流制御電圧を印加した場合の方が、制御電圧を印加しない場合よりも進むことになる。そのため、遅れ位相の制御電圧を印加すると、制御電圧を印加しない場合よりも、磁石発電機の鉄心を通る磁束を増加させようとする磁束の量が多くなり、充電電流が増大する。

【0087】これに対し、回転数が上昇していくと、交流制御電圧を印加しない場合の相電圧の位相が直線的に遅れていくのに対し、誘起電圧に対して36度遅れた交流制御電圧を印加した場合の相電圧の位相は殆ど変化しない。そのため、回転数が上昇していくと、交流制御電圧を印加しない場合に比べて、該制御電圧を印加した場合の方が相電圧の位相が相対的に進むことになり、鉄心

に流れる磁束を増加させようとする磁束の量が減少する。そのため、回転数が上昇していくと、整流・スイッチ回路2からバッテリーB1に供給される充電電流I_cが減少する。

【0088】交流制御電圧の誘起電圧に対する位相角を種々変化させた場合について、負荷のバッテリーB1に流れる充電電流I_cの回転数Nに対する特性を測定した結果の一例を示すと、図13(B)のようになる。同図から明らかなように、交流制御電圧の位相を進ませていくと充電電流が減少していき、交流制御電圧の位相を遅らせていくと、充電電流が増加していく。

【0089】また交流制御電圧の位相角を変化させると、以下に示す理由で磁石発電機の入力トルクが変化する。

【0090】いずれの回転数においても、交流制御電圧を誘起電圧に対して遅角させると、誘起電圧が高くなるため、相電流も大きくなり、その分発電機の入力トルクが増大する。

【0091】また低回転域においては、交流制御電圧の位相を進み位相とした場合よりも、交流制御電圧の位相を遅れ位相とした場合の方が相電流の位相が進み側にあるため、より早い時期から磁石回転子に逆転方向の力がかかるようになり、交流制御電圧の位相を遅れ位相とした場合の方が、大きい入力トルクが必要になる。

【0092】これに対し、回転数が上昇していくと、交流制御電圧の位相が進み位相の場合も、遅れ位相の場合も、相電流の位相に差がなくなり、高回転域では、主として発電コイルの誘起電圧の大きさの差に基づく相電流の大小により入力トルクの差が決まるようになる。高回転域では、回転数の上昇に伴って相電流が遅れていき、磁石回転子に逆転方向の力が加わる期間が短くなっていくため、交流制御電圧の位相を遅れ位相とした場合（例えば遅れ角を36度した場合）でも、入力トルクは整流・スイッチ回路2を整流回路としてのみ機能させた場合よりも小さくなっていく。入力トルクの回転数Nに対する変化の一例を、図13(A)に示した。

【0093】上記の説明では、スイッチ回路の各スイッチ素子のオンオフのタイミングを制御して交流制御電圧の位相角制御を行わせることにより、磁石発電機の出力及び入力トルクを変化させ得ることを示したが、交流制御電圧の位相を一定として、スイッチ回路のブリッジの上辺のスイッチ素子F_u～F_wまたは下辺のスイッチ素子F_x～F_zを所定のデューティ比D_fでオンオフさせるデューティ制御を行わせることによっても、磁石発電機の出力及び入力トルクを変化させることができる。

【0094】なおデューティ比D_fは、スイッチパターンにより決まるスイッチ素子の駆動期間をT、該駆動期間Tにおけるスイッチ素子のオン期間及びオフ期間をそれぞれT_{on}及びT_{off}とすると、 $D_f = \{T_{on} / (T_{on} + T_{off})\} \times 100 = (T_{on} / T) \times 100 [\%]$ で

与えられる。

【0095】ここで図9に示したスイッチパターンの内、上辺のスイッチ素子Fvと、下辺のスイッチ素子Fx及びFzとがオン状態にされる図10のT1の期間を例にとりて、スイッチ回路の下辺のスイッチ素子Fx～Fzを所定のデューティ比でオンオフさせた場合の充電電流の経路の変化について考える。

【0096】この場合、T1の期間は、更にスイッチ素子Fx、Fzのオンオフの状態と、U相の電圧とV相の電圧との大小と、U相の電圧の正負の極性とにより、以下に示す4つの期間に分けることができる。

【0097】期間(1)：スイッチ素子Fx及びFzがオフ状態で、U相の相電圧がV相の相電圧よりも大きいとき。

【0098】期間(2)：スイッチ素子Fx及びFzがオフ状態で、U相の電圧がV相の相電圧よりも小さいとき。

【0099】期間(3)：スイッチ素子Fx及びFzがオン状態で、U相の相電圧が正のとき。

【0100】期間(4)：スイッチ素子Fx及びFzがオン状態で、U相の相電圧が負のとき。

【0101】上記の期間(1)ないし(4)におけるスイッチ回路の状態をそれぞれ図5ないし図8に示した。期間(1)においては、U相の相電圧がV相の相電圧よりも大きいため、図5に示すように、U相からブリッジの上辺のダイオードDuを通った電流がスイッチ素子Fvを通してV相に流れ込む。従って、U相から流れ出した電流からV相に流れ込んだ電流を差し引いた電流が負荷に充電電流として流れる。

【0102】期間(2)においては、V相の相電圧がU相の相電圧よりも大きいため、図6に示すように、普通の全波整流回路を通して流れる充電電流と同じ大きな充電電流が流れる。

【0103】期間(3)においては、U相の下辺のスイッチ素子Fxがオン状態になっているため、図7に示すように、U相の誘起電圧はスイッチ素子FxとダイオードDzとを通して短絡され、U相の相電流はバッテリーB1には流れない。このときV相の相電流のみがバッテリーB1に充電電流として流れる。

【0104】また期間(4)においては、U相の相電圧が負になるため、図8に示すように、スイッチ素子Fv、Fx及びFzがオン状態にあっても、回路は整流回路と同様な状態になっており、全波整流回路を通して流れる電流と同じ大きな充電電流が流れる。

【0105】ブリッジの下辺のスイッチ素子Fx～Fzを所定のデューティ比でオンオフさせると、これらのスイッチ素子がオフ状態になっている期間が生じ、スイッチ素子Fx～Fzがオフ状態になっている期間は、発電コイルからダイオードブリッジ全波整流回路を通して負荷に電流が流れる状態と同じ状態になるため、スイッチ

素子のデューティ比Dfを100%とした場合に比べて、充電電流が大きくなる。充電電流は、スイッチ素子のオンデューティ比を小さくしていけばいくほど大きくなっていく。また充電電流の増加にともなう入力トルクが大きくなっていく。

【0106】交流制御電圧の誘起電圧に対する位相を進み位相としてその進角度を12度とした場合について、ブリッジの下辺のスイッチ素子のデューティ比を $d_0 \sim d_4$ ($d_0 < d_1 < d_2 < d_3 < d_4$)とした場合の発電機の入力トルクと回転数Nとの関係、及び充電電流(発電機の入力電流)と回転数との関係をそれぞれ図14(A)及び(B)に示した。

【0107】上記の例では、スイッチ回路のブリッジの下辺のスイッチ素子を所定のデューティでオンオフさせてデューティ制御を行わせるようにしたが、ブリッジの上辺のスイッチ素子を所定のデューティでオンオフさせるようにしても同じ結果が得られる。

【0108】上記のように、交流制御電圧の位相角制御を行うことにより、磁石発電機の入力特性及び入力トルク特性を変化させることができ、またスイッチ回路のブリッジの下辺のスイッチ素子または上辺のスイッチ素子のデューティ制御を行わせることによっても、磁石発電機の入力特性及び入力トルク特性を変化させることができる。

【0109】従って、交流制御電圧の位相角制御を行わせるか、またはスイッチ回路のブリッジの上辺または下辺のスイッチ素子のデューティ制御を行わせることにより、発電機の入力特性を制御したり、発電機の入力トルクを制御したりすることができる。

【0110】例えば、図2において、コントローラ402が発生する出力電流指示信号に応じて、スイッチ回路のスイッチ素子のスイッチングのタイミングを変化させて交流制御電圧の位相角制御を行わせるか、またはブリッジの上辺または下辺のスイッチ素子のデューティ制御を行わせることにより、整流・スイッチ回路2から負荷3に与えられる出力電流を出力電流指示信号に相応した大きさにするように制御することができる。

【0111】この場合、出力電流の検出信号をCPU401に与えて、出力電流の指示値と検出値との偏差を零にするように位相角制御またはデューティ制御を行わせることもできる。

【0112】また必要なときにCPU401に磁石発電機の入力トルクを低減させることを指示する入力トルク低減指示信号を与えるようにしておいて、該入力トルク低減指示信号が与えられたときに、磁石発電機の入力トルクを小さくするように交流制御電圧の位相角制御を行わせたり、スイッチ素子のデューティ制御を行わせたりすることにより、磁石発電機の入力トルクを低減させて、機関にかかる負担を少なくする制御を行わせることができる。

【0113】例えば、車両等の乗物を駆動する内燃機関に磁石発電機1が取り付けられている場合には、乗物を発進させる際などのように、加速性能を向上させる必要がある状況が検出されたときに、CPU401に入力トルク低減指示信号を与えて、該指示信号に応じて制御電圧の位相角制御を行わせたり、スイッチ素子のデューティ制御を行わせたりすることにより、磁石発電機の入力トルクを低減させて、加速性能を向上させるようにすることができる。

【0114】また内燃機関の回転速度が低いときには磁石発電機の入力トルクを小さくし、回転速度が上昇したときには該入力トルクを大きくするように制御電圧の位相角制御またはスイッチ素子のデューティ制御を行わせることにより、機関の回転速度の変動を抑制するようにすることもでき、機関の高速回転時に磁石発電機の入力トルクを大きくするように制御を行わせることにより、機関の過回転を防止するようにすることもできる。

【0115】整流・スイッチ回路2のスイッチ素子のスイッチングのタイミングを変化させる方法としては、位置検出器hu~hwを磁石発電機の回転方向に回転し得る台板に取り付けておいて、該位置検出器の取付け位置を変化させる方法と、CPU401に所定の演算処理を行わせることによりスイッチ素子の駆動信号の発生位置を変化させる方法とが考えられるが、制御の応答性を高め、また磁石発電機の機械的構成を簡単にするためには、CPU401によりスイッチ素子の駆動信号の発生位置を変化させる方法をとることが好ましい。

【0116】以下、CPU401によりスイッチ素子のスイッチングのタイミングを制御して交流制御電圧の位相を制御する方法の一例を説明する。

【0117】図1に示したように、位置検出器hu~hwが設けられている場合には、先ず位置検出信号Hu~Hwに基づいて各スイッチ素子の基準の駆動期間（各スイッチ素子に駆動信号を与える期間）と基準の非駆動期間（各スイッチ素子をオフ状態に保つ期間）とを与える基準スイッチパターンを定める。図16（A）は位置検出信号Huを示し、同図（B）は該位置検出信号Huにより定められたスイッチ素子Fuのスイッチパターンを示している。図16（B）において「ON」と表示されている期間は駆動期間を示し、「OFF」と表示されている期間は非駆動期間を示している。

【0118】また各スイッチ素子の非駆動期間と駆動期間との境界点t1及びt2を各スイッチ素子のスイッチングポイントとし、基準スイッチパターンにおけるスイッチングポイントを計測開始点として、磁石発電機の被制御特性を所期の特性とするために必要とされる各スイッチ素子の実際のスイッチングポイントを、計測開始点の検出時刻から実際のスイッチングポイントの検出時刻までの間にタイマが計数する計数値（スイッチングポイント計数値）の形で演算する。

【0119】例えば図16に示した例では、交流制御電圧を誘起電圧に対して遅角させる場合に、基準スイッチパターンにおいて、スイッチ素子をオフ状態からオン状態に切換えるスイッチングポイントt1及びスイッチ素子をオン状態からオフ状態に切換えるスイッチポイントt2をそれぞれ駆動期間の開始点を計測するための計測開始点及び非駆動期間の開始点を計測するための計測開始点として、これらの計測開始点から実際のスイッチングポイントton及びtoffまでの間にタイマに計数させる計数値をスイッチングポイント計数値Td（図16C参照）として演算させる。

【0120】また、交流制御電圧を誘起電圧に対して進角させる場合には、スイッチ素子をオン状態からオフ状態に切換えるスイッチングポイントt2及びスイッチ素子をオフ状態からオン状態に切換えるスイッチングポイントt1をそれぞれ駆動期間の開始点を計測するための計測開始点及び非駆動期間の開始点を計測するための計測開始点として、これらの計測開始点から実際のスイッチングポイントton'及びtoff'までの間にタイマに計数させる計数値をスイッチングポイント計数値Td'（図16D参照）として演算させる。

【0121】そして、基準スイッチパターンにより与えられる各スイッチ素子のスイッチングポイントt1（制御電圧を遅角させる場合）またはt2（制御電圧を進角させる場合）が検出されたときに、演算された各スイッチ素子のスイッチングポイント計数値をタイマにセットして該タイマに計数動作を行わせ、該タイマが計数動作を完了したときに各スイッチ素子をオン状態にするための駆動信号を発生させる。また基準スイッチパターンにより与えられる各スイッチ素子のスイッチングポイントt2（制御電圧を遅角させる場合）またはt1（制御電圧を進角させる場合）が検出されたときに、演算された各スイッチ素子のスイッチングポイント計数値をタイマにセットして該タイマに計数動作を行わせ、該タイマが計数動作を完了したときに各スイッチ素子をオン状態にするための駆動信号を消滅させる。

【0122】上記の処理をCPU401により行わせる場合のプログラムの一例を示すフローチャートを図17ないし図21に示した。

【0123】図17はメインルーチンを示したもので、このメインルーチンにおいては、まず各部の初期化を行うとともに、スイッチングポイント計数値TdまたはTd'の初期値を読み込む。次いで、コントローラ402から与えられている電流指示値を読み込み、位置検出信号Hu~Hwの立上りのエッジ及び立下りのエッジを検出して、位置検出信号Hu、Hv、Hwの信号幅または発生間隔から磁石発電機の回転数を演算する。次いで、被制御特性を所期の特性とするために交流制御電圧の位相を遅れ位相とすべきか、進み位相とすべきかを判定し、遅れ位相とする場合には、図16に示したスイ

チングポイント計数値Tdを、進み位相とする場合には、図16に示したスイッチングポイント計数値Td'をそれぞれ予め作成してROMに記憶されたマップを用いて演算する。

【0124】また位置検出信号Hu~Hwのそれぞれの立上がりエッジまたは立下がりエッジが検出されるごとに、図18(A)~(C)の割込みルーチンを実行させ、タイマUないしタイマWに演算されたスイッチングポイント計数値TdまたはTd'をセットしてメインルーチンに復帰する。タイマUないしWは計数値がセットされたと同時にその計数値の計数を開始する。

【0125】そして、タイマUないしWがそれぞれセットされた計数値の計数を完了したときに、図19ないし図21の割込みルーチンを実行させて、駆動信号Su~Sw及びSx~Szを発生させる。

【0126】駆動信号を発生させるための割込みルーチンにおける処理を、タイマUが計数動作を完了したときに実行される図19の割込みルーチンを例にとって説明する。この割込みルーチンにおいては、まず交流制御電圧を進角させるのか遅角させるのかを判定し、遅角させる場合には、位置検出信号Huのレベルが高レベル(「1」の状態)であるか否かを判定する。その結果、位置検出信号Huのレベルが高レベルである場合には、駆動信号Suを消滅させ、駆動信号Sxを発生させる。また位置検出信号Huのレベルが低レベルであると判定された場合には、駆動信号Suを発生させ、駆動信号Sxを消滅させる。同様に、交流制御電圧を進角させる場合にも、位置検出信号Huのレベルを判定し、位置検出信号Huのレベルが高レベルである場合には、駆動信号Suを発生させ、駆動信号Sxを消滅させる。また位置検出信号Huのレベルが低レベルであると判定された場合には、駆動信号Suを消滅させ、駆動信号Sxを発生させる。

【0127】同様に、図20の割込みルーチンにより、駆動信号SvとSyとを発生させ、図21の割込みルーチンにより、駆動信号SwとSzとを発生させる。

【0128】上記の説明では、整流・スイッチ回路のスイッチ素子の駆動期間を180度とする180度スイッチング制御を行わせるとしたが、本発明の目的を達成するためには、負荷側からスイッチ回路を通して発電コイル側に印加する交流制御電圧の位相を制御するか、またスイッチ回路のスイッチ素子のデューティ制御を行わせることにより、負荷に出力電流を流す状態にある相の発電コイルと鎖交する磁束を増減させることができればよく、スイッチ回路のスイッチングパターンは、必ずしも180度スイッチング制御におけるスイッチングパターンでなくてもよい。

【0129】図1に示した例では、負荷3にバッテリーが含まれているが、バッテリーの代りに、電圧蓄積手段として機能し得る十分に容量が大きいコンデンサが負荷に含

まれている場合にも本発明を適用することができる。

【0130】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、負荷に含まれる電圧蓄積手段からスイッチ回路を通して磁石発電機の発電コイルに所定の位相を有する交流制御電圧を印加するか、または該スイッチ回路のスイッチ素子を所定のデューティ比でオンオフさせることにより、発電コイルに作用する磁界を適宜に変化させて、磁石発電機自体の特性を変化させることができるようにしたため、磁石発電機の制御に多様性を持たせることができる利点がある。

【0131】特に、本発明によれば、出力短格式のレギュレータを用いることなく、発電機の出力を制御することができるため、出力短格式のレギュレータを用いる場合に生じていた種々の問題点を解消することができる。

【0132】また本発明によれば、磁石発電機の入力トルクを制御することができるため、磁石発電機を駆動する内燃機関の負担を軽減するように入力トルクを制御することにより、機関の加速性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる発電装置の全体的な構成の一例を示した回路図である。

【図2】図1のスイッチ制御装置の更に具体的な構成例を示した構成図である。

【図3】本発明の動作を説明するための回路図である。

【図4】本発明の動作を説明するための回路図である。

【図5】本発明の動作を説明するための回路図である。

【図6】本発明の動作を説明するための回路図である。

【図7】本発明の動作を説明するための回路図である。

【図8】本発明の動作を説明するための回路図である。

【図9】本発明の発電装置で用いる位置検出器の出力信号の波形と該位置検出信号を基にして発生させられる駆動信号の波形とを示した波形図である。

【図10】図1の発電装置において流れる相電流とバッテリーの充電電流とU相の位置検出信号の波形とを示した波形図である。

【図11】本発明の動作を説明する説明図である。

【図12】図1の発電装置において、交流制御電圧の位相を種々変化させた場合について、回転数に対する相電圧の位相の変化を示した線図である。

【図13】(A)は図1の発電装置の入力トルクと回転数との関係の一例を交流制御電圧の位相角をパラメータにとって示した線図である。(B)は図1の発電装置の負荷電流(充電電流)と回転数との関係の一例を交流制御電圧の位相角をパラメータにとって示した線図である。

【図14】(A)は図1の発電装置の入力トルクと回転数との関係の一例を、デューティ制御におけるデューティ比をパラメータにとって示した線図である。(B)は

図1の発電装置の負荷電流（充電電流）と回転数との関係の一例を、デューティ制御におけるデューティ比をパラメータとして示した線図である。

【図15】界磁の制御が行われない従来の磁石発電機の特性を示した線図である。

【図16】本発明で用いるスイッチ制御装置からスイッチ素子の駆動信号を発生させる方法の一例を説明するための線図である。

【図17】図16に示した方法により駆動信号を発生させる際にマイクロコンピュータにより実行させるプログラムのメインルーチンのアルゴリズムの一例を示したフローチャートである。

【図18】（A）～（C）は同プログラムの割込みルーチンのアルゴリズムの一例を示したフローチャートである。

【図19】同プログラムの他の割込みルーチンのアルゴ

*リズムの一例を示したフローチャートである。

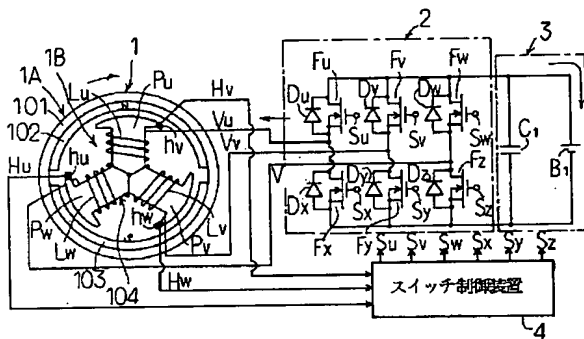
【図20】同プログラムの更に他の割込みルーチンのアルゴリズムの一例を示したフローチャートである。

【図21】同プログラムの更に他の割込みルーチンのアルゴリズムの一例を示したフローチャートである。

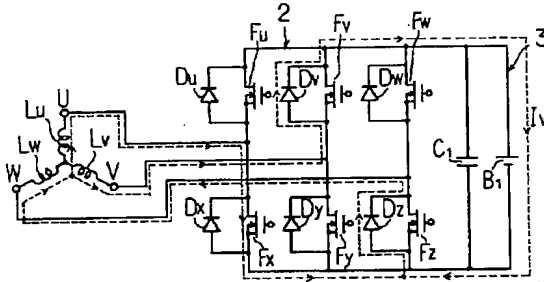
【符号の説明】

- 1 磁石発電機
- 2 整流・スイッチ回路
- 3 負荷
- 4 スwitch制御装置
- B1 バッテリ（電圧蓄積手段）
- C1 コンデンサ（電圧蓄積手段）
- Fu～Fw ブリッジの上辺のスイッチ素子
- Fx～Fz ブリッジの下辺のスイッチ素子
- Su～Sw, Sx～Sz 駆動信号

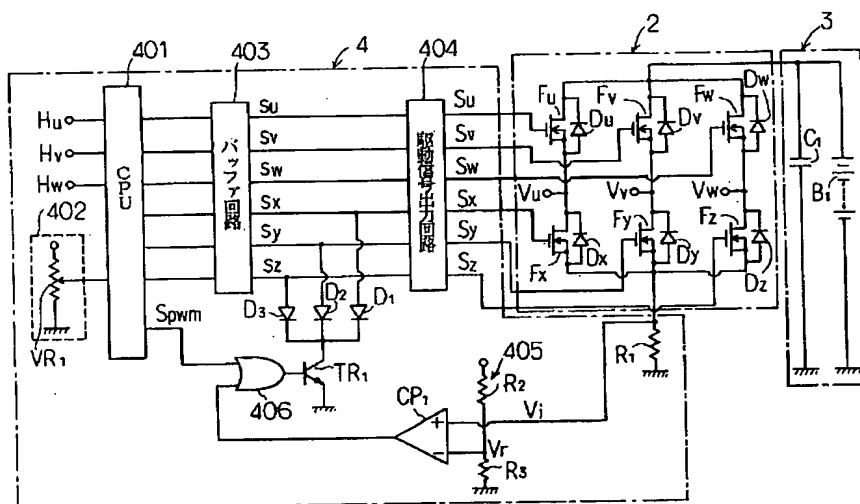
【図1】



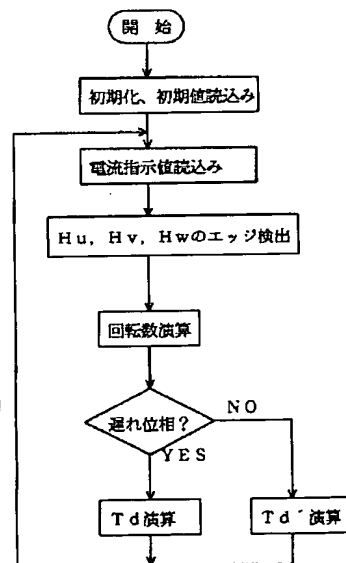
【図3】



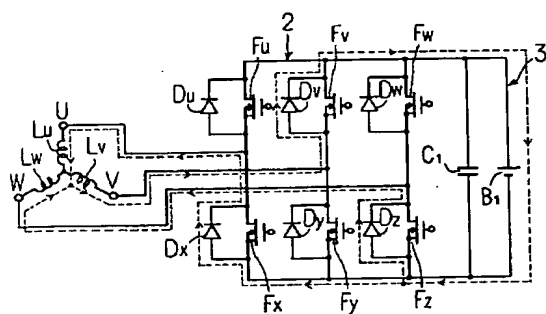
【図2】



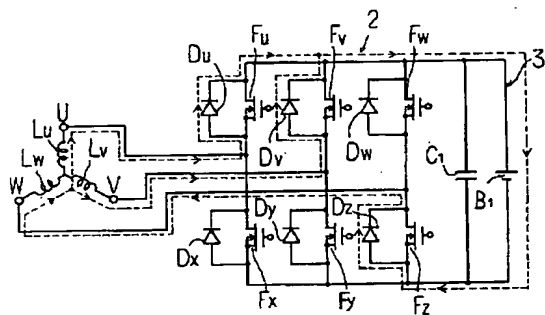
【図17】



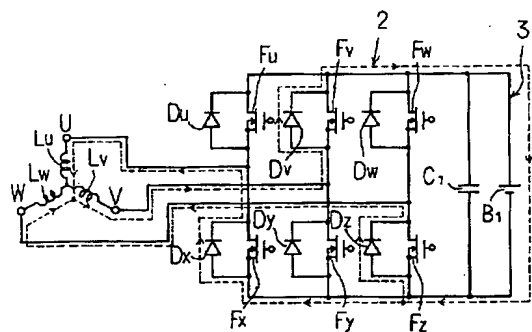
【図 4】



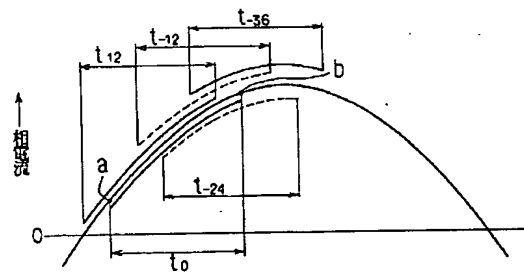
【図 6】



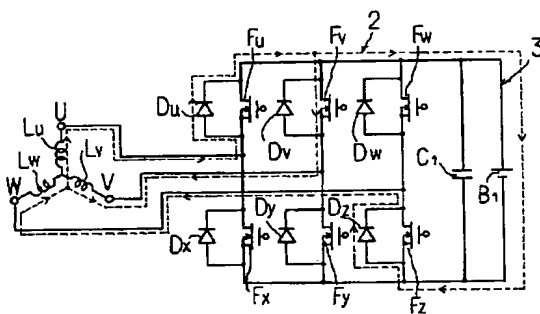
【図 8】



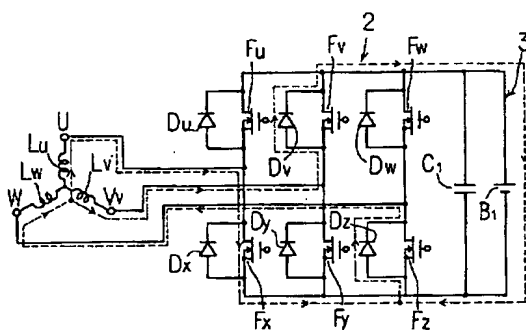
【図 11】



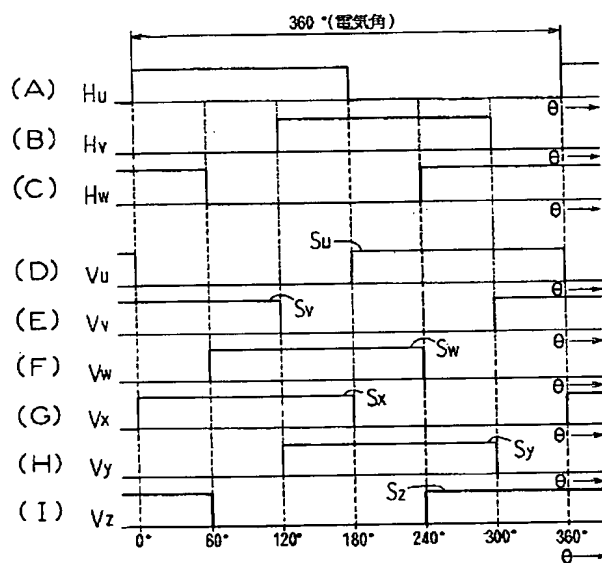
【図 5】



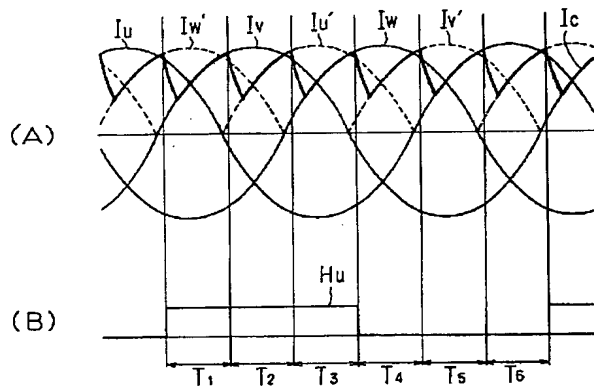
【図 7】



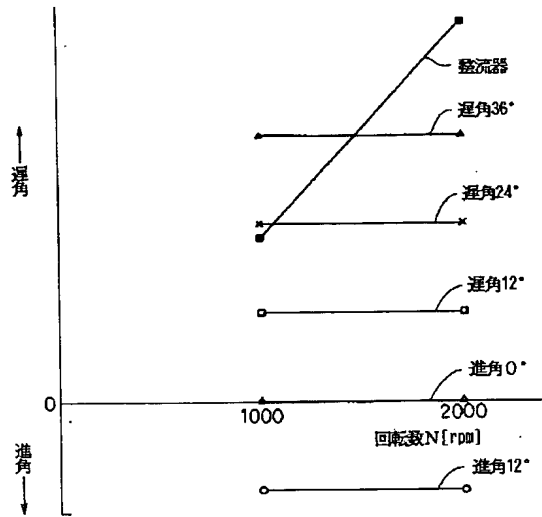
【図 9】



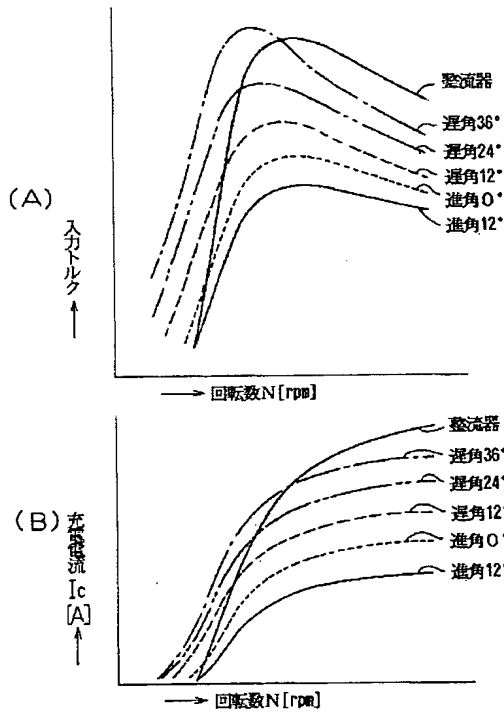
【図10】



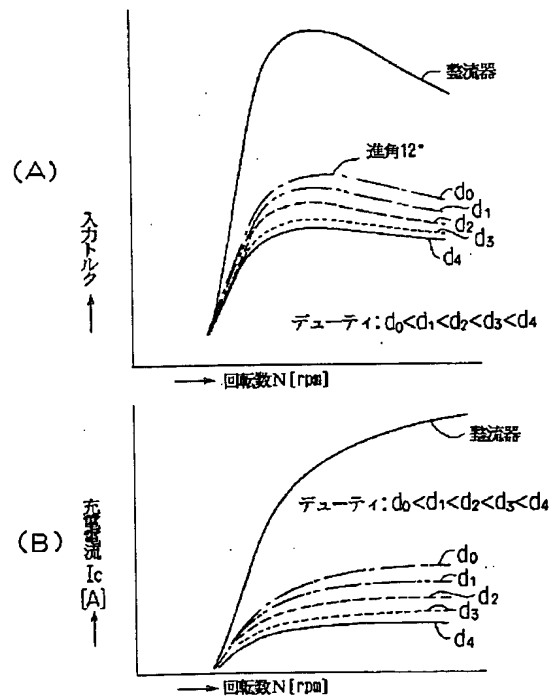
【図12】



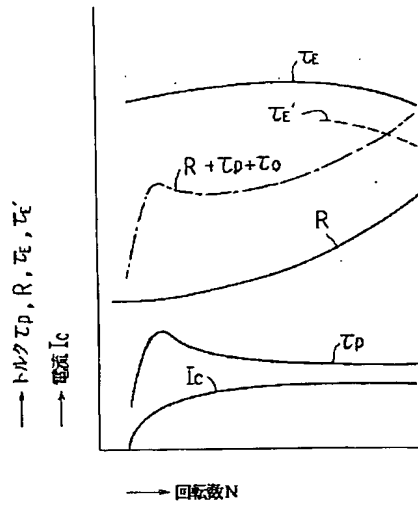
【図13】



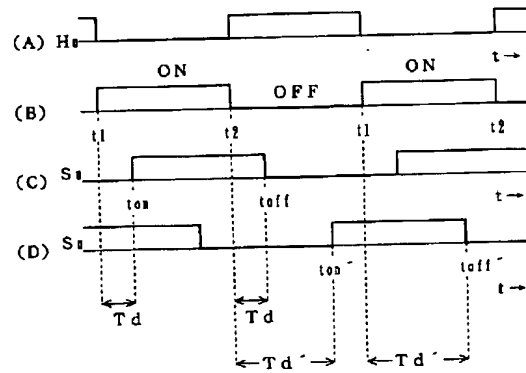
【図14】



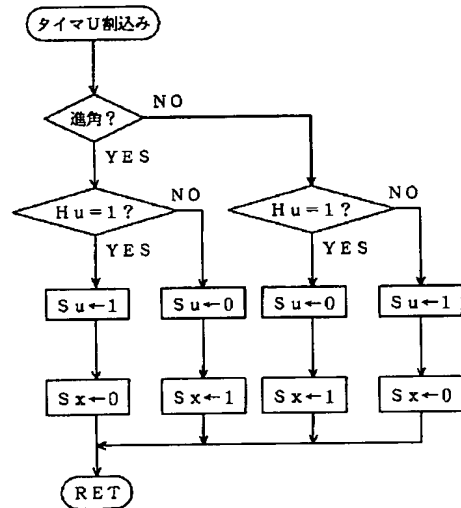
【図15】



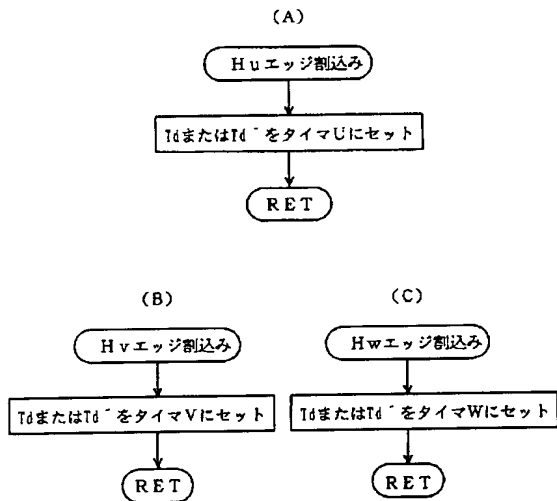
【図16】



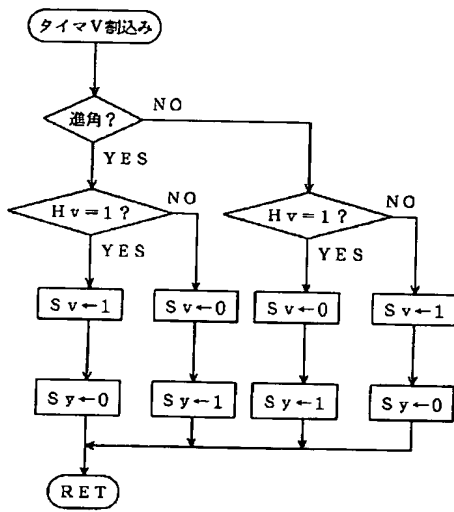
【図19】



【図18】



【図 20】



【図 21】

